

ŘADA B PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS
PRO ELEKTRONIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XXIX/1980 ČÍSLO 4

V TOMTO SEŠITĚ

Prostor pro iniciativu	121
ZAJÍMAVÁ A PRAKTICKÁ ZÁPOJENÍ 12	
Napáječe, nabíječe, stabilizované zdroje	
Laboratorní stabilizovaný zdroj	122
Přípravek k získání souměrného napětí	123
Zlepšení regulace stabilizátoru s MAA723	124
Měníč napětí bez „železa“	125
Měřicí technika	
Ní milivoltmetr	126
Měřič kapacit a odporů	127
Měřič průrazného napětí	128
Signální generátor	129
Generátor impulsů	130
Generátor s operačním zesilovačem	131
Ní milivoltmetr a wattmetr	132
Nf technika	
Ochranný obvod pro reproduktory	134
Ní kompresor	135
Velmi jakostní nf předzesilovač	136
Vf technika, přijímače, anténní zesilovače	
Širokopásmový anténní zesilovač	137
Vf zesilovač s velkou „dynamikou“	138
Mf zesilovač pro FM	139
Číslicová technika	
Časové základny pro elektronické hodiny	140
Digitální stupnice s LED	142
Hexadecimální displej	141
Různé aplikované elektroniky	
Zajímavé integrované obvody	
Konstrukční část	
Časový spínač pro temnou komoru	152
Předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku	156
Ověřeno v redakci	158

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. F. Smolík, redaktor L. Kalousek. Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, RNDr. V. Brunnhofer, K. Donát, A. Glanc, I. Harminc, Z. Hradský, P. Horák, J. Hudec, ing. J. T. Hyan, ing. J. Jaroš, doc. ing. dr. M. Joachim, ing. J. Klábal, ing. E. Králík, RNDr. L. Kryška, PhDr. E. Křížek, ing. E. Měčík, K. Novák, RNDr. L. Ondříš, ing. O. Petráček, ing. M. Smolka, doc. ing. J. Vackář, laureát st. ceny KG, ing. J. Zima. Redakce Jungmannova 24, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7, ing. Smolík linka 354, Kalousek linka 353, sekretářka linka 355. Ročné vyjde 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, pololetní předplatné 15 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta a doručovatel. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710.

Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy pouze po 14. hodině.

Číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít podle plánu 9. července 1980

© Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Praha

PROSTOR PRO INICIATIVU

„... máme-li dosáhnout rozhodujícího obratu v efektivnosti, musíme ve výrobě v optimální míře uplatnit vědeckotechnický pokrok. To je základní obsah změn, které nastolujeme.“

Předseda vlády ČSSR, L. Štrougal, na celostátním aktivu k opatření ke zdokonalení soustavy plánovacího řízení po r. 1980

Za námi jsou první čtyři roky 6. pětiletky – plnění úkolů této pětiletky potvrzuje, že stanovené cíle odpovídají a odpovídaly jak rostoucím potřebám, tak i možnostem. Očekávané splnění úkolů celé pětiletky ukazuje, že máme síly i prostředky k tomu, aby všechny úkoly, které před námi stojí a v budoucnu postaví náročné úkoly výstavby rozvinuté socialistické společnosti, byly zvládnuty i za složitějších hospodářských podmínek.

Namísto však není jakýkoliv pocit sebeuspokojení a bezstarostnosti. Váha toho, co bylo řečeno na 14. zasedání ÚV KSČ, nás nutně musí přivést k zamyšlení, jak překonávat některá slabá místa a nedostatky, které se přes nesporné pozitivní výsledky v práci nás všech objevují. Která jsou to a hlavně slabá místa a nedostatky? Je to především efektivnost ekonomiky, plnění plánu ve všech ukazatelích, využívání a rychlé zavádění nové techniky do praxe atd. Právě tady bychom si měli uvědomit, že závisí na nás, jak se podaří tyto subjektivní i objektivní potíže odstranit. Jistě si lze klást otázku, může-li průměrný (nebo lépe řečeno řadový) technik vůbec pomoci v překonávání současných potíží, najde vůbec nějaký prostor pro uplatnění?

Domnívám se, že odpověď na tuto otázku je jednoznačná, a samozřejmě kladná. Právě technik, který se z profese nebo ze zájmu zabývá elektrotechnikou nebo elektronikou, může ovlivnit jednu z vážných příčin našich starostí, tj. nedostatečně rychlý pohyb vpřed v oblasti vědy a techniky. Plnění plánu rozvoje vědy a techniky a práce jednotlivých článků soustavy výzkum – vývoj – výroba – užití jistě není tím jediným rozhodujícím činitelem a zárukou bezkonfliktní cesty vpřed, ale na něm závisí do jisté míry právě splnění prvořadého úkolu dalšího úspěšného rozvoje národního hospodářství – efektivnosti. Přitom zdokonalení soustavy řízení přináší jeden důležitý poznatek: odstraňuje ty praktické objektivní i subjektivní zábrany, pro něž i přes iniciativu pro věc zapálených lidí (a to je převážná většina techniků) v minulosti nespátlo světlo světa mnoho nejrůznějších moderních a inovovaných výrobků.

Je třeba v této souvislosti uvést, že počet oborů, v nichž jsme byli buď ve světové špičce nebo alespoň v „lepší“ průměru, se rok od roku stále zmenšuje (v současné době je to asi jedna čtvrtina z všech oborů výroby v naší republice) a že mezi obory, o nichž nelze tvrdit, že by byly na úrovni, patří i elektrotechnika a elektronika (včetně výpočetní techniky). Tento stav je o to horší, že bez elektroniky a výpočetní techniky si nějaký rozvoj všech oborů výroby nelze vůbec představit (alespoň pokud jde o efektivnost a kvalitu).

Z toho, co bylo uvedeno, lze celkem bez potíží usuzovat na možnosti uplatnění každého jednotlivce při překonávání současných obtíží: pomáhat zavádět do praxe nové vynálezy, zlepšovací náměty, sám se účastnit vynálezeckého a zlepšovatského hnutí, řešit nebo pomáhat řešit tematické úkoly a všemi dalšími způsoby uvádět do souladu osobní zainteresovanost se zájmy celé společnosti. Přitom nemusí jít vždy o vynálezy a zlepšovací náměty světového významu, vždyť každá komplexní racionalizační práce, jakékoli byt i malé úspory kteréhokoli z druhů energií, kteréhokoli materiálu atd. jsou příspěvky

k řešení úkolů efektivnosti, které nám všem uložilo 14. zasedání ÚV KSČ. V každém případě je si třeba uvědomit, že úsilí o efektivnost a kvalitu je v našich silách převést z oblasti slovního deklarování do denní praxe. Většinou lze i snadno při použití výpočetní techniky posoudit, jak kterékoliv ekonomické rozhodnutí bude ve svých důsledcích vypadat, jaké úspory a jaký efekt přinese. Mám v tomto případě na mysli všeobecnou hospodárnost a výrazný růst užité hodnoty výrobků.

Uvedme si jeden příklad. Vyvrcholením vědeckovýzkumné činnosti a hmatatelným příspěvkem vědců a techniků k řešení problémů rozvoje národního hospodářství je inovace výroby a výrobků. Nové technologie a nové výrobky ovlivňují vývoj měrné spotřeby surovin, energie a materiálů na jednotku produkce a umožňují dokonalejší a komplexnější využívat materiálových a surovinových zdrojů lidské práce. Srovnáme-li např. měrnou spotřebu paliva na výrobu elektrické energie v SSSR, Francii a NSR se spotřebou u nás, je o 20 % větší v náš neprospěch, ještě horší je to s měrnou spotřebou paliva při výrobě surového železa atd. Přibližně tatáž relace platí i o výrobcích strojírenských a elektrotechnických. Zahraniční partneři jsou ochotni kupovat u nás číslicově řízené obráběcí stroje, ale bez elektroniky, která je zastaralá, vyznačující se obrovskou spotřebou elektrické energie a materiálu. Takových příkladů je mnoho a dříčí úspěchy v některých oborech elektroniky nemohou vyvážit nedostatky. Tady může pomoci právě maximální sjednocení sil konstruktérů, technologů, ekonomů a samozřejmě i zlepšovatelů, vynálezců, racionalizačních brigád, brigád socialistické práce a všech, kteří hledají možnost realizace vlastní iniciativy, angažovanosti a nápaditosti při řešení rozvoje výroby.

Podporovat všestrannou aktivitu celospolečenské důležitosti je i úkolem našeho časopisu. I my bychom se chtěli podílet na výchově socialistického člověka, podporovat jeho snahu o seberealizaci a v rámci našich možností to také děláme. Snažíme se dávat podklady k vynálezecké, novátorské a zlepšovatské práci, usměrňovat mimopracovní zájmy, využívání volného času. Vycházíme přitom z minulých závěrů ÚV KSČ a v současné době i ze zprávy s. V. Bilka na 15. zasedání ÚV KSČ, v níž mimo jiné řekl: „Československo na prahu osmdesátých let je všestranně vyspělým moderním státem, který disponuje mocným ekonomickým a duchovním potenciálem. Je pro něj charakteristická dynamika společenského vývoje, pevné sepeť strany a lidu, jednota a svorný postup se Sovětským svazem a dalšími zeměmi socialistického společenství. To tvoří spolehlivý základ našich jistot i naší budoucnosti.“

Z tohoto hlediska je třeba i přistupovat k řešení všech našich problémů, je třeba seznámit se s objektivními zákony a hybnými silami společenského vývoje, přírody i lidského myšlení a v souladu s nimi řešit usilovně všechny problémy ekonomické sféry, s nimiž se setkáváme. Znalosti uvedených

objektivních zákonů umožní každému pochopit podstatu všeho, co se děje u nás i ve světě a správně, tedy i neúčinněji přispívat k úspěšnému socialistickému rozvoji naší vlasti.

V minulosti jsme přinesli množství nejruznějších příkladů řešení různých problémů, ať již odborných, nebo společenských, ukázali jsme na příkladech, jak osobní příklad dokáže strhnout k aktivitě celý kolektiv, na

příkladech domácích výrobků jsme ukazovali přednosti a slabiny toho či onoho řešení, na příkladech zahraničních výrobků jsme ukazovali trendy ve výrobě, ve vývoji součástek a zařízení, způsoby řešení problémů moderního průmyslové výroby. V této praxi chceme pokračovat i nadále, aby naše časopisy byly živé a společensky prospěšné. Kromě toho se domníváme, především pro současný způsob

týmové práce, že by se na řešení ekonomických úkolů měly více podílet i svazarmovské organizace, které obvykle sdružují pracovníky nejruznějších profesí, což umožní překonat problémy úzké odbornosti a pomůže všem jejich členům ve stálém odborném a společenském růstu, který je nedílným důsledkem společenského úsilí, zaměřeného na řešení problémů, které se dotýkají ve svých důsledcích každého z nás.

—ou—

ZAJÍMAVÁ A PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ 12

František Michálek

Úvod

Opět se po roce scházíme na stránkách AR řady B nad zajímavými zapojeními, která by měla dokumentovat, jak „to dělají jinde“. Přitom každému, kdo alespoň občas prolistuje nějaký zahraniční časopis či knihu, jistě neuniklo, jak pravdivá je teze o nutné inovaci jak finálních výrobků, tak i součástek, které se u nás vyrábějí. Pomineme-li průmyslově vyspělé státy Západu, koho by např. po návštěvě Německé demokratické republiky nebo Maďarské lidové republiky nenapadlo závidět tamním technikům sortiment prodávaných polovodičových součástek! Jen třeba množství sovětských polovodičových prvků, které jsou k dispozici v NDR, je vhodným doplňkem domácí produkce NDR, která sama o sobě je velmi rozsáhlá; totéž platí o skladbě sortimentu např. v Maďarsku, kde je k dostání množství nejruznějších zahraničních součástek. U nás je po této stránce trh (především maloobchodní) mnohem chudší, protože navíc čas od času na něm chybí i součástky zcela běžné (viz např. článek Pár odporů a kondenzátorů v AR řady A). Tato fakta uvádím především proto, protože mají přímou souvislost s výběrem článků, konstrukcí a přístrojů, které jsou popisovány v tomto čísle AR řady B. Omezenost sortimentu součástek je zásadním omezujícím kritériem práce, jako je tato – výběru zapojení ze zahraniční literatury, pokud se kromě zajímavosti a novosti zapojení klade důraz i na možnost realizace z tuzemských součástek. Přesto jsou však do výběru zahrnuty i obvody, které nebude možno z tuzemských součástek realizovat, stojí-li „fígl“ v nich použité za zveřejnění.

Zajímavá zapojení jsou jako před dvěma lety doplněna o výběr zahraničních integrovaných obvodů, které se svými vlastnostmi vymykají z běžného sortimentu.

Na závěr jsou pak uvedeny konstrukce, které byly ověřeny i v redakci AR. Jde především o jednoduchý předzesilovač pro magnetickou přenosku, který byl konstruován tak, aby byl co nejmenších rozměrů – aby ho bylo možno umístit i do stávajících nf zesilovačů a gramofonů, v nichž není místo na desku s plošnými spoji předzesilovače podle „modrého“ AR z roku 1978. Další konstrukci je pak složitější, moderně řešený spínač pro temnou komoru, postavený s využitím

perspektivních součástek v několika variantách.

Je samozřejmé, že jako v minulých letech rád uvítám veškeré připomínky jak k výběru zapojení a přístrojů, tak ke způsobu zpracování. Na závěr bych však chtěl znovu upozornit, že kromě zapojení v konstrukční části nebyla žádná jiná zapojení (ani přístroje) zkoušena, že uváděné náhradní součástky z tuzemské produkce nejsou v některých případech přesnými ekvivalenty zahraničních součástek a že tedy náhrady aktivních zahraničních součástek často vyžadují i změnu v originálu použitých pasivních součástek – někdy se však ani pak nepodaří dosáhnout s tuzemskými součástkami původních parametrů a technických vlastností. V každém případě je si třeba uvědomit, že realizovat zahraniční zapojení s tuzemskými součástkami je do jisté míry (někdy více, někdy méně) i vývojová práce se všemi důsledky – možnosti výběru součástek, nutností měřit a zkoušet a samozřejmě i nutností dobře rozumět činnosti jednotlivých součástek v zapojení i jednotlivých obvodů. Do této práce by se proto neměl pouštět ten, kdo „nemá za sebou“ stavbu a případně i návrh elektronických zařízení, kdo nemá určité zkušenosti z praxe (a ovšem i dobré teoretické znalosti). Na tuto skutečnost upozorňuji tak důrazně proto, že jsem v minulosti dostal množství nejruznějších dotazů k Zajímavým zapojením, z nichž bylo zřejmé, že někteří z tazatelů neměli ani základní znalosti z teorie a praxe elektroniky (dotazy typu „co znamená Si u značky diody“, „když není u vývodu integrovaného obvodu nic napsáno, kam ho mám připojit“, dokonce jeden čtenář mi napsal, proč nejsou integrované obvody v zapojení napájeny – byly totiž, jak je zvykem, vynechány u číslicových IO body napájecího napětí apod.). Některé z dotazů se týkaly i technických údajů popisovaných zapojení; je třeba si uvědomit, že jde o zapojení převzatá ze zahraničních časopisů, takže nemohu z vlastní iniciativy doplňovat údaje, které v původním prameni chybí, i když by se třeba někdy i daly odhadnout, to by však nebylo seriózní. Pokud jsou v původním prameni nějaké technické údaje, uvádím je vždy bezesbýtku, stejně jako všechny ostatní podstatné informace.

Obsah je jako vždy rozčleněn do několika základních kapitol, které se mohou v některých případech i překrývat (např. v kapitole Číslicová technika může být popis měřicího přístroje s logickými IO atd.); tomu se však nelze při dnešním rozmachu elektroniky

ubránit a domnívám se, že to není ani na závadu.

Napáječe, nabíječe, stabilizované zdroje

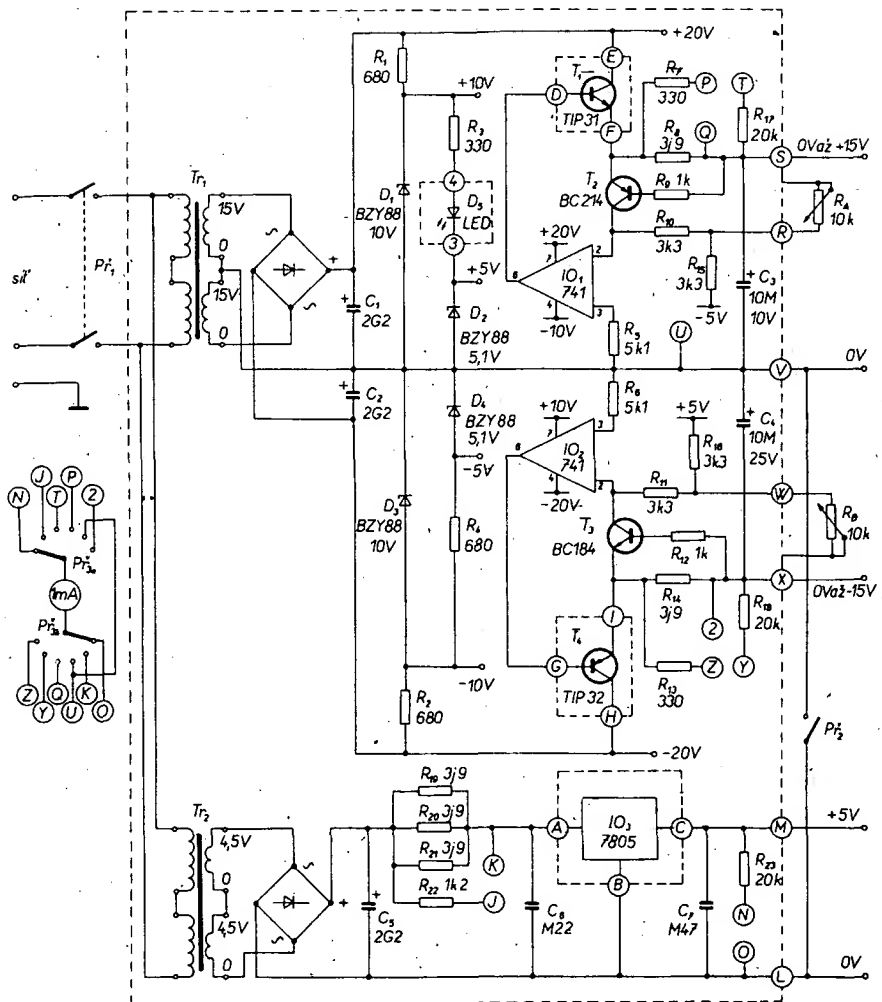
Laboratorní stabilizovaný zdroj s volitelným výstupním napětím

Základním předpokladem pro úspěšnou činnost při opravách, návrhu, vývoji a konstrukci zařízení je vhodný stabilizovaný zdroj s regulovatelným výstupním napětím a volitelným výstupním proudem. Zdroj na obr. 1 tyto požadavky splňuje: poskytuje výstupní napětí 5 V/0 až 400 mA pro napájení obvodů s IO TTL, dále regulovatelné napětí 0 až +15 V/0 až 100 mA a 0 až -15 V/0 až 100 mA. Přitom je možno zdroj napětí 5 V používat zcela nezávisle na obou dalších zdrojích (± 15 V), nebo spojit s oběma zdroji napětí 15 V „v sérii“ (sepně se přepínač P_{F2}) – tím lze získat zdroj regulovatelného napětí až 30 V/100 mA. Vývod 0 V je pak společný jako pro zdroj konstantního napětí 5 V, jak pro zdroj proměnného výstupního napětí.

Jak je vidět z obrázku, v přístroji jsou použity dva síťové transformátory, jeden z výstupním napětím 2×15 V, 200 mA, druhý s výstupním napětím $2 \times 4,5$ V/600 mA. Tento druhý transformátor lze samozřejmě nahradit transformátorem se sekundárním napětím 9 V pro proud alespoň 500 mA.

Zdroj napětí 5 V má na vstupu můstkový usměrňovač s diodami pro proud asi 1 A (např. z řady KY700). Odpor R_{19} až R_{22} slouží jako bočníky k měření proudu, R_{23} jako předřadný odpor pro měření napětí. K měřidlu se připojují přepínačem P_{F3} . (Ve skutečnosti nejde v případě odporů R_{19} až R_{22} o bočníky, ale o odpory, na nichž se měří úbytek napětí, který je pak indikován jako odpovídající výstupní proud.) Mají-li tyto odpory tolerance 2 %, bude maximální chyba údaje měřidla 7 %. Měřidlo (0 až 1 mA) ukazuje výstupní proud 0 až 1 A. Je-li v sérii s měřidlem odpor R_{23} , je rozsah měření upraven na 0 až 20 V.

Zdroj proměnných napětí je zapojen tak, aby se získala napájecí napětí pro operační zesilovače typu 741, které pracují jako součtové zesilovače. Jde o napětí +10 V, +5 V, -5 V a -10 V, která se odebírají ze Zenérových diod D_1 až D_4 . Tento typ stabilizátoru byl již popsán častokrát, takže o činnosti jen stručně: výstupní napětí se řídí potenciomet-



Obr. 1. Zapojení laboratorního zdroje napětí 5 V/400 mA a ± 0 až 15 V/100 mA s omezením výstupního proudu a velmi malou výstupní impedancí

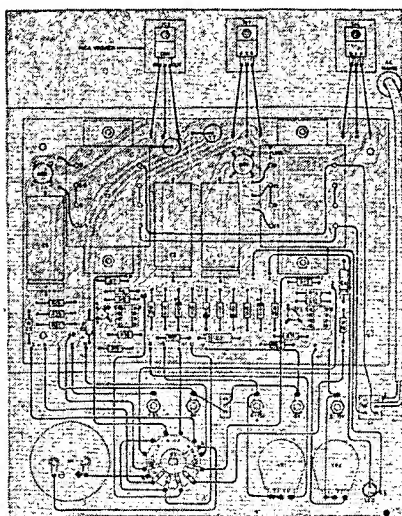
rem 10 k Ω v každé větvi zvlášť. Odebírá-li se z výstupu nějaký proud, zmenšovalo by se bez regulačního členu výstupní napětí. V závislosti na výstupním proudu se však mění i výstupní napětí operačního zesilovače, kterým se přivírá nebo otvírá výko novy regulační člen – tranzistor (TIP31, TIP32), takže napětí na výstupu zůstává konstantní. (Oba tyto tranzistory lze nahradit našimi

typy z řady KD, a to jak typ s vodivostí p-n-p, tak n-p-n.)

Oba zdroje proměnného napětí mají také proudovou pojistku, která omezuje proud na zvolenou velikost. Např. v kladné větvi se obvod pro omezení proudu skládá z odporu R_8 a tranzistoru T_2 . Maximální výstupní proud je dán okamžikem, kdy bude mezi emitorem a bází T_2 napětí asi 0,55 V, tedy okamžikem otevření tranzistoru. Pro odpor $R_8 = 3,9 \Omega$ bude tento proud asi

$$I_{\max} \approx 0,55 \text{ V} / 3,9 \Omega \approx 140 \text{ mA.}$$

Odpor R_8 a odpor R_7 slouží současně jako „bočníky“ pro měření proudu, odebíraného ze zdroje, jejich uspořádání je obdobné jako



Obr. 1a. Příklad uspořádání součástek zdroje podle obr. 1

odporů R_{10} až R_{12} ve zdroji konstantního napětí 5 V. Měřidlo při přepnutí přepínače Pf_3 do odpovídající polohy má plnou výchylku 100 mA, popř. 20 V.

Odpor R_9 omezuje proud báze T_2 na bezpečnou velikost. Odpor R_5 v neinvertujícím vstupu 741 vyrovnává malé napěťové nesymetrie vyvolané vstupními proudy OZ.

Díky „zpětné vazbě“ (tj. regulačnímu obvodu) má zdroj velmi malou výstupní impedanci, která je pro tento typ stabilizátorů charakteristická.

Celý zdroj byl postaven na desce s plošnými spoji, součásti mimo desku jsou na obr. 1 označeny vývody s písmenným označením. Na obrázku je vyznačeno i připojení měřidla v jednotlivých polohách přepínače Pf_3 . Diody LED D_3 slouží jako indikátor zapnutí zdroje. Příklad uspořádání součástek je na obr. 1a, odpovídá ovšem součástkám, použitým v originálu; jako vodič pro návrh zdroje s tuzemskými součástkami však jistě vyhoví.

K součástkám: o výkonových tranzistorech jsme se již zmínili, jako T_2 a T_3 lze použít KF508 a KF517 (popř. KFY46 a KFY18 nebo i jiné doplňkové dvojice křemíkových tranzistorů). Integrovaný stabilizátor 5 V odpovídá našemu typu MA7805. Jako Zenerovy diody vyhoví kterýkoli z tuzemských typů pro malé výkony s uvedeným Zenerovým napětím. Při konstrukci by však bylo vhodné jistit celý přístroj tavnou pojistkou v síťovém přívodu (0,5 až 1 A).

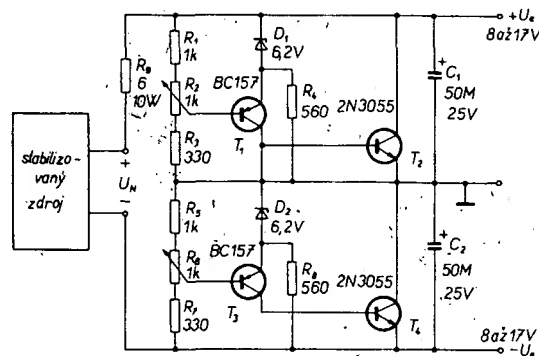
Practical Wireless, prosinec 1977

Přípravek k získání souměrného napětí z nesouměrného u stabilizovaných zdrojů

Operační zesilovač je výhodné a někdy i nutné napájet ze zdroje souměrného napětí; některé starší zdroje však mají pouze nesouměrné výstupní napětí. Přípravek na obr. 2 umožňuje jednoduše získat souměrné napětí z nesouměrného. Přípravek se skládá ze dvou bočnickových řídicích obvodů, zapojených za sebou. Protože jsou oba shodné, stačí popsat činnost pouze jednoho z nich.

Část napětí ze síťového zdroje, získaná na děliči z odporů R_1 , R_2 a R_3 se vede na bázi tranzistoru T_1 . Tranzistor srovnává toto napětí s referenčním napětím, získaným na diodě D_1 , které je přivedeno na jeho emitor. Podle vzájemné velikosti obou napětí je pak přivírá nebo otevírá tranzistor T_2 tak, aby spád napětí na odporu R_4 opět pomohl nastavit napětí na výstupu na žádanou velikost. Potenciometrem lze nastavit výstupní napětí v rozmezí +8 až 17 V. Kondenzátor C_1 slouží k dodatečnému vyhlazení výstupního napětí.

Záporné výstupní napětí se získává obdobným způsobem.



Obr. 2. Zapojení přípravku k získání souměrných napětí z nesouměrného

Napětí ze síťového zdroje musí být na vstupu přípravku asi o 2 V větší, než je součet výstupních napětí (tj. při ± 15 V asi 32 V). Z přípravku lze odebírat proud až 1 A (dovoluje-li to ovšem síťový zdroj). Výstupní odpor zdroje souměrných napětí je 0,35 Ω . Tranzistory T_2 a T_4 je třeba umístit na chladič.

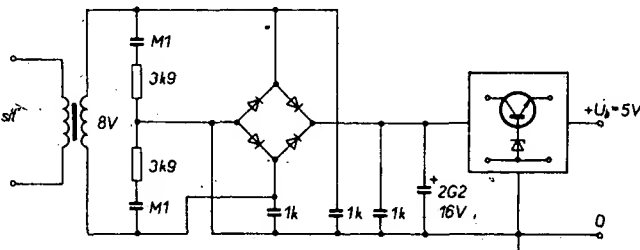
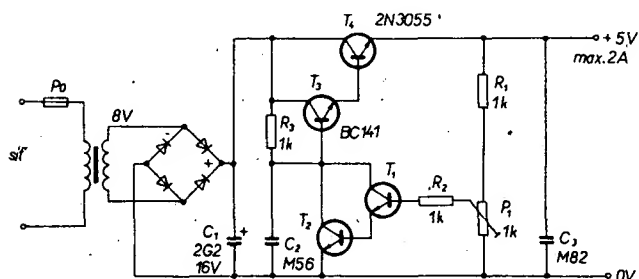
Electronic Engineering č. 585/1976

Jednoduchý zdroj k napájení obvodů TTL

Obvody TTL vyžadují stabilní napájecí napětí s relativně velmi malou tolerancí, nezávislé na odběru proudu a odolné proti poruchám ze sítě. To nelze zajistit jinak než vhodným stabilizátorem. Navíc stabilizátor musí být navržen pro relativně velký odběr proudu, neboť obvody mají poměrně velkou spotřebu.

Zapojení vhodného stabilizátoru je na obr. 3. Jde o jednoduché zapojení, který i při malém počtu součástek má velmi dobré vlastnosti.

Proti běžným zapojením stabilizátorů tohoto typu nezískává se v zapojení na obr. 3



Obr. 4. Zásahy proti vř rušení u napájecích zdrojů elektroakustických přístrojů

Obr. 3. Jednoduchý stabilizátor s výstupním napětím 5 V/2 A (T_1 , T_2 - Si)

referenční napětí na Zenerově diodě, ale jako referenční napětí slouží napětí báze-emitor tranzistoru T_2 .

Žádané napětí (U_{BE} tranzistoru T_2) a skutečné napětí (část výstupního napětí na P_1) se porovnávají na tranzistoru T_1 . Při zvětšujícím se výstupním napětí se zvětšuje i napětí na bázi T_1 , tím se zvětšuje i kolektorový proud dvojice tranzistorů T_1 , T_2 . To má za následek větší úbytek napětí na odporu R_3 a tím zmenšení napětí na bázi T_3 . Proud tímto tranzistorem se zmenšuje, proto se zmenšuje i proud tranzistorem T_4 , výstupní napětí se upraví na žádanou velikost.

Výstupní napětí lze na žádanou velikost, tj. 5 V, nastavit potenciometrem P_1 .

Kondenzátory C_2 a C_3 slouží k potlačení rušivých impulsů, musí být použity typy, které nemají vlastní indukčnost (tj. např. keramické ploché). Kondenzátor C_2 současně zabraňuje rozkmitání stabilizátoru.

Podle použitého výkonového tranzistoru a podle rozměrů chladiče lze ze stabilizátoru odebírat proud až 2 A. Podle odebíraného proudu je vhodné měnit kapacitu kondenzátoru za usměrňovacími diodami - pro odebírané proudy do 1 A je vhodný kondenzátor s kapacitou do 3300 μ F, pro proudy do 2 A do 5000 μ F.

Je samozřejmé, že podle odebíraného proudu je třeba i zvolit typ usměrňovacích diod. Vzhledem k tomu, že je žádoucí co největší stálost výstupního napětí, je po nastavení jeho velikosti trimrem P_1 vhodné trimr změnit a nahradit ho pevnými odpory. Jako kondenzátory C_2 a C_3 by v našich podmínkách bylo třeba použít paralelně spojené keramické kondenzátory 0,15 μ F.

Celé zapojení by bylo možno sestavit (i s chladičem, avšak bez síťového transformátoru) na desce s plošnými spoji o rozměrech 5 \times 13 cm (jak se to podařilo autorovi).

Elektr, duben 1976

Odrůšení napájecích zdrojů

Velmi nepříjemným a nežádaným jevem především u elektroakustických zařízení je jejich citlivost na vysokofrekvenční rušení.

Tuto citlivost lze podstatně omezit (i když nikoli zcela odstranit) několika kondenzátory a odpory, které se připojují do zdroje napájecího napětí elektroakustického zařízení.

Potřebné zásahy jsou zřejmé z obr. 4.

Obr. 4. Zásahy proti vř rušení u napájecích zdrojů elektroakustických přístrojů

Podle katalogů výrobců (i např. podle katalogu TESLA Rožnov) musí být napětí U_1 minimálně 8,5 V, aby stabilizátor pracoval spolehlivě. Tímto napětím je jednak napájen vnitřní zdroj referenčního napětí, a jednak diferenční zesilovač, který porovnává výstupní napětí s napětím rozdílovým. Je-li stabilizátor napětí určen ke stabilizaci malých napětí (např. 5 V), je výkonový tranzistor i při minimálním vstupním napětí velmi namáhán, značně se ohřívá vzniklým ztrátovým výkonem.

Abyste tomu nedocházelo, musí se oddělit napětí kolektoru výkonového tranzistoru od napětí $+U_1$. Napětí lze jednoduše oddělit např. „špičkovým“ usměrňovačem s diodou D_1 a kondenzátorem C_1 . Napětí na kondenzátoru C_1 je asi 8 až 9 V při efektivním napětí 6 V na kondenzátoru C_2 . Kolektorové napětí

výkonového tranzistoru pak stačí volit o saturací napětí (tj. asi o 0,3 V) větší, než je požadované výstupní napětí. V praxi je pak u takto upraveného stabilizátoru při velkých výstupních proudech ztrátový výkon asi poloviční proti zapojení bez úpravy. Kapacita kondenzátoru je závislá na proudu báze výkonového tranzistoru a lze ji určit ze vztahu:

$$1 \mu\text{F na } 0,1 \text{ mA proudu báze.}$$

Elektr č. 7/1978

Stabilizátor napětí s velkým potlačením zvlnění

I když je na trhu obvod MAA723 již relativně dlouhou dobu, je stále možné v zapojení, v nichž je použit, něco zlepšovat. Na obr. 6 je např. zapojení, kterým lze zmenšit zvlnění výstupního napětí stabilizátoru. Tranzistor, kterým se omezuje výstupní proud, je v tomto případě využit k regulaci proudu referenční Zenerovou diodou. Tento proud se mění v závislosti na výstupním napětí. Úprava zaručuje, že se zvětší potlačení vlivu změny vstupního napětí na velikost přes 100 dB.

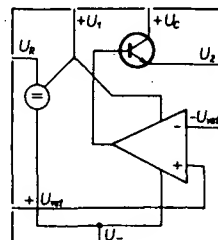
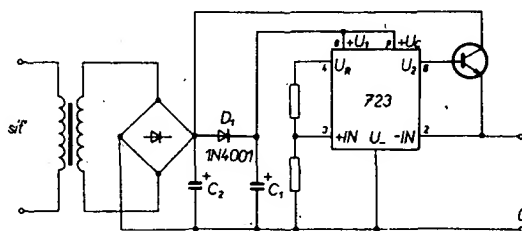
Vzhledem k tomu, že omezovací tranzistor v IO neplní svoji původní funkci, není obvod na obr. 6 zkratuvzdorný, lze ho proto použít pouze k napájení odzkoušených obvodů, nebo doplnit elektronickou pojistkou. Výstupní napětí lze měnit potenciometrem P_1 .

Firemní publikace Siemens

Elektr č. 57/76

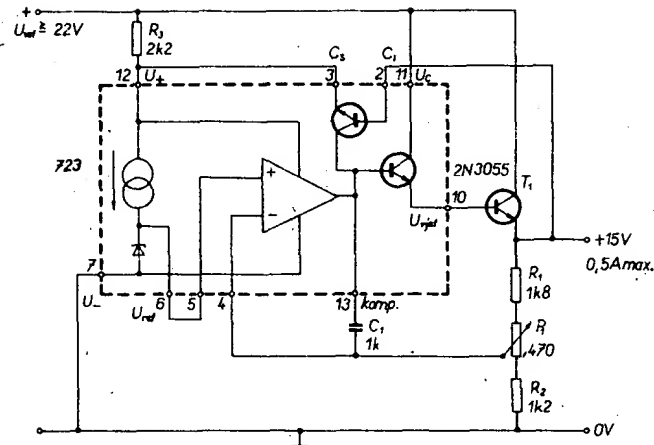
Zlepšení regulace stabilizátoru napětí s MAA723

Ke konstrukci regulovatelných stabilizovaných zdrojů se běžně a často používá integrovaný obvod MAA723. Jeho přednosti jsou nepopíratelné - v některých případech lze však jednoduchou úpravou účinnost tohoto stabilizátoru napětí podstatně zlepšit (obráz. 5).



Obr. 5. Úprava stabilizátoru napětí s MAA723 při stabilizaci malých napětí

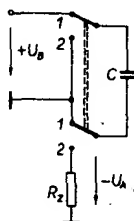
Obr. 6. Stabilizátor napětí s velkým potlačením zvlnění



Měníč napětí „bez železa“

Dynamické polovodičové paměti vyžadují všeobecně k svému provozu tři různá napětí (např. $U_{in} = +12\text{ V}$, $U_{cc} = +5\text{ V}$ a $U_{BB} = -5\text{ V}$). Má-li být zajištěna jejich činnost při výpadku sítě, je k zálohování napáječe třeba použít nejméně dvě baterie. Na obr. 7 je zjednodušeně naznačeno zapojení, jehož celkové schéma je na obr. 8, které obchází potřebu dvou baterií, neboť při minimální spotřebě proudu mění napětí $+12\text{ V}$ na stabilní napětí záporné polarit, tj. na -5 V .

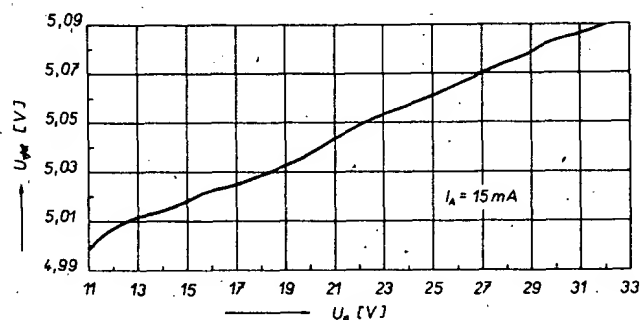
Princip činnosti: bude-li kondenzátor (obr. 7) v poloze 1 přepínače nabit určitým napětím, změní se v poloze 2 přepínače napětí na něm o $\Delta U = U_b$. Protože polovodičové prvky, použité jako elektronický přepínač, mají vnitřní odpor závislý na proudu, který jimi prochází, využívá se tohoto jevu k udržení konstantního napětí na výstupu i při změnách výstupního proudu (změnách zátěže).



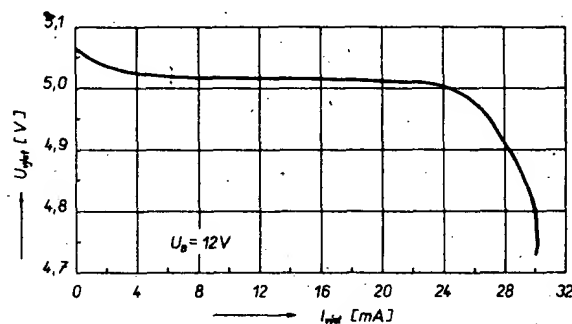
Obr. 7. K principu činnosti měniče napětí z obr. 8

Činnost: tranzistor T_8 , řízený polem, pracuje jako zdroj konstantního proudu, z něhož se nabíjí lineárně kondenzátor C_1 . Přes výkový zesilovač (tranzistory T_9 , T_{10} a T_{11}) se přírůstek napětí na kondenzátoru C_1 přenáší i na kondenzátor C_2 . Bude-li napětí na kondenzátoru C_1 (U_{C1}) větší než součet napětí na R_5 a prahového napětí T_4 , trazi-

Obr. 9. Závislost výstupního napětí na vstupním napětí



Obr. 10. Závislost výstupního napětí na proudu do zátěže



tostory T_4 až T_7 povedou a C_1 se bude vybíjet. Změna napětí na C_1 se zesílí výkonovým zesilovačem, zesílené napětí se zdvojuje zdvojovačem z kondenzátorů C_2 , C_3 a diod D_2 a D_3 a zdvojené napětí je pak žádaným výstupním napětím.

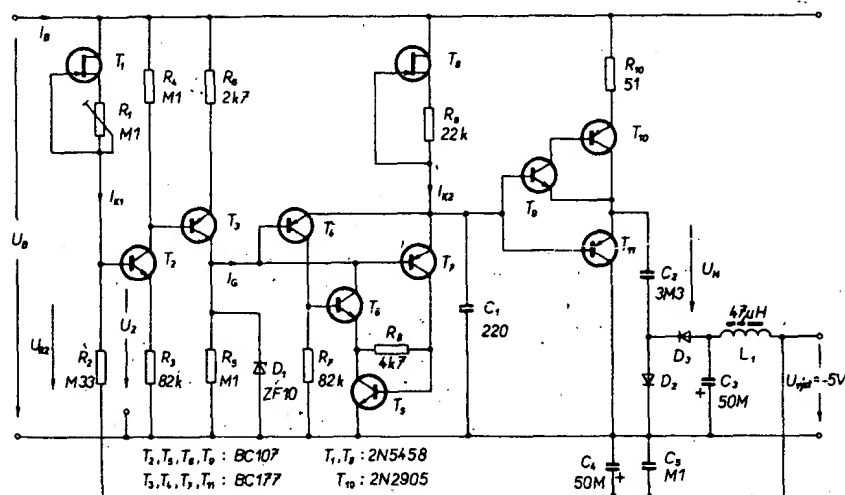
Rozdílové řídicí napětí U_2 , které vzniká odchylkou mezi úbytkem napětí na R_2 , způsobeným průchodem konstantního proudu tímto odporem, a požadovaným výstupním napětím, se vede na vstup řídicího zesilovače s tranzistory T_2 a T_3 (na bázi T_2). Změny výstupního napětí ΔU_{vys} se objeví zesíleny o

$$U_v = \frac{(R_4 R_5)}{(R_3 R_6)}$$

na bázi tranzistoru T_4 . Zenerova dioda D_1 zabezpečuje spolehlivé rozkmitání přístroje. Vlastnosti zapojení jsou zřejmé z obr. 9 a 10.

Zapojení není teplotně kompenzováno, neboť pro zamýšlený účel toho nebylo třeba. Pro použití v širokém rozsahu teplot okolí by bylo třeba kompenzovat drift proudu tranzistoru řízeného polem.

Elektronik č. 9/1977



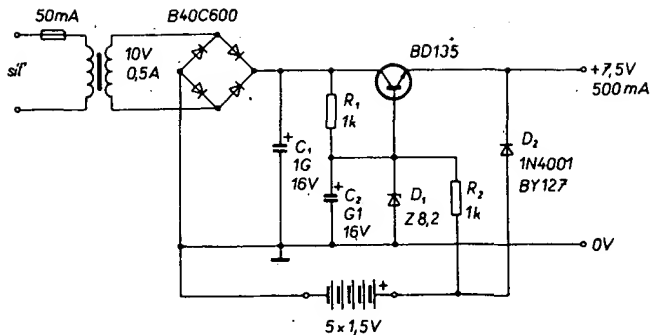
Obr. 8. Celkové zapojení měniče stejnosměrného napětí na napětí opačné polarit

Samočinné přepínání baterie sít

Pro nejrůznější účely je třeba zálohovat napájení ze sítě napájením z baterií. Obvod na obr. 11 je vzdor své jednoduchosti velmi užitečný a dobře vyhoví v mnoha případech při výpadku sítě.

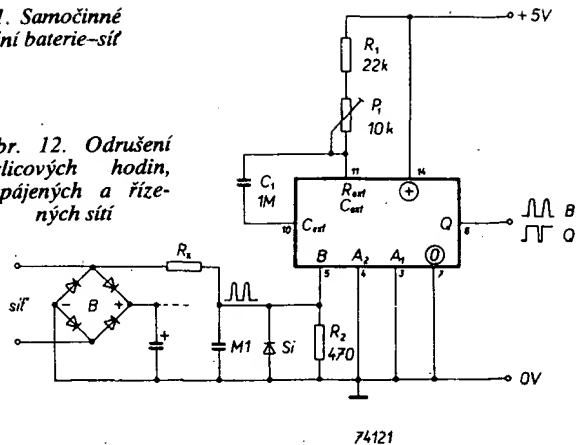
Na síťový transformátor, můstkový usměrňovač a vyhlazovací elektrolytický kondenzátor navazuje jednoduchý stabilizátor napětí, jehož výstupní napětí je $7,5\text{ V}$. Baterie je připojena paralelně k výstupu přes diodu D_2 a při výpadku sítě dodává proud. Na diodě je úbytek napětí asi $0,5\text{ V}$, takže spotřebič je napájen napětím asi 7 V .

Obnoví-li se dodávka sítě, baterie je dobíjena přes odpor R_2 . Protože zdaleka ne všechny baterie a akumulátory vydrží stále přebíjení, je třeba navrhnout odpor R_2 tak, aby zaručoval pouze takové nabíjení, které



Obr. 11. Samočinné přepínání baterie-sítě

Obr. 12. Odrušení číslicových hodin, napájených a řízených sítí



by vyrovnávalo vlastní vybíjecí pochody akumulátoru. Např. pro $R_2 = 1000 \Omega$ je nabíjecí proud

$$I = \frac{U_z - U_{bat}}{R_2} = 0,7 \text{ mA.}$$

Elektr, červenec/srpen 1975

Odrušení napájecího zdroje pro hodiny

Číslicové hodiny, jejichž taktovací (hodinový) kmitočet je odvozen od kmitočtu sítě (50 Hz), jsou často velmi citlivé na rušivé impulsy ze sítě. Hodiny pak mohou ukazovat falešný čas, neboť jsou spouštěny kromě správného taktovacího signálu i rušivými impulsy.

Zapojení na obr. 12 umožňuje tyto rušivé impulsy potlačit, takže hodiny jsou řízeny „čistými“ taktovacími impulsy.

Základem zapojení je integrovaný obvod 74121, monostabilní klopný obvod. Jako vstupní signál slouží kladné půlvlny usměrněného síťového napětí. Časovací člen C_1 , R_1 a P_1 je navržen tak, aby délka impulsu na výstupu monostabilního klopného obvodu byla poněkud kratší než 20 ms.

Při nastavování je zprvu P_1 zcela „vytočen“. Hodiny musí jít „s poloviční rychlostí“, neboť každá druhá vzestupná hrana je překryta výstupním impulsem monostabilního obvodu. Po této zkoušce je třeba nastavit P_1 tak, aby hodiny šly správně.

Odpor R_2 je třeba (v závislosti na napájecím napětí) navrhnut tak, aby špičkové napětí na vývodu 5 integrovaného obvodu nemohlo být nikdy větší než 5 V. Známe-li napětí na vyhlazovacím kondenzátoru, lze snadno spočítat potřebný odpor R_2

$$R_2 = \frac{(R_2 U_{el.}) - 5R_2}{5}$$

kde $U_{el.}$ je napětí na elektrolytickém kondenzátoru (vyhlazovacím).

Elektr, červenec/srpen 1975

Měřicí technika

Nízkofrekvenční milivoltmetr

Jedním ze základních a všestranně využitelných přístrojů v laboratoři je nízkofrekvenční milivoltmetr. Milivoltmetr na obr. 13 má velmi dobré vlastnosti a měřicí rozsahy pokrývají přitom celou oblast měření, která

připadá při běžné práci v úvahu: 1 mV na plný rozsah až 1 V na plný rozsah. Kmitočtová charakteristika je přitom rovná v mezích -3 dB v rozsahu od asi 20 Hz do 200 kHz a pro slyšitelné kmitočty je prakticky v mezích 0 dB. Vstupní impedance přístroje je 1 M Ω . Přístroj je napájen ze sítě, ze stabilizovaného zdroje.

Je všeobecně známo, že není možno konstruovat měřicí přístroje pro ní napětí jednoduše tak, že se vstupní napětí zesílí a pak usměrní pro měřidlo diodou – každá dioda totiž vede teprve od určitého napětí, daného její konstrukcí – druhem polovodičového materiálu a technologií výroby. Obecně lze říci, že křemíkové diody vedou od napětí asi 0,65 V a germaniové od napětí asi 0,2 V. Při tomto uspořádání by musel mít měřicí přístroj nelineární stupnici, příp. stupnici s potlačeným počátkem. Tuto nevýhodu lze obejít tím, že se měřidlo s diodou (lépe řečeno s usměrňovačem) umístí do zpětnovazební smyčky (záporná zpětná vazba z výstupu zesilovače). Zapojení pak pracuje tak, že při malých vstupních signálech má zesilovač velký zisk, neboť zpětnovazební napětí je malé, přitom diody vedou již při velmi malých vstupních napětích. Stručně by se dalo říci, že nelinearita diod je vyrovnávána nelinearitou průběhu napěťového zisku zesilovače, ovládaného zpětnou vazbou.

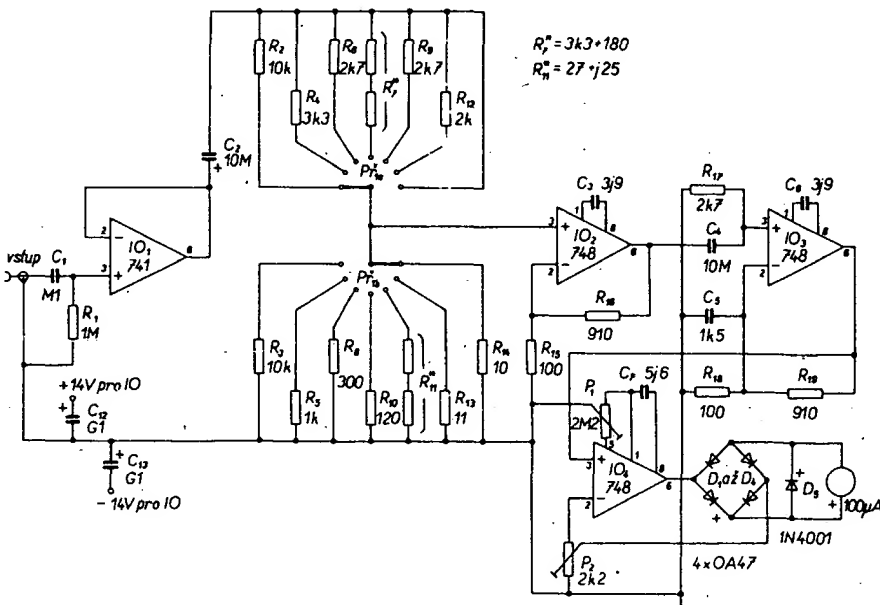
Na vstupu milivoltmetru je použit operační zesilovač typu 741, který pracuje jako impedanční převodník se zesílením 1 a 100% zápornou zpětnou vazbou mezi výstupem a invertujícím vstupem. Základní předpětí

pro integrovaný obvod a současně i jeho vstupní impedance určuje odpor R_1 . Kondenzátor C_1 odděluje vstup pro stejnosměrná napětí. Výstupní signál z IO_1 se vede přes kondenzátor C_2 na dělič, určující rozsahy měření. Toto jednoduché uspořádání zabezpečuje jak relativně velkou vstupní impedanci, tak malou výstupní impedanci a kromě toho i velmi dobré šumové poměry. Má však jednu nevýhodu – při měření signálů o kmitočtech vyšších než 100 kHz nebude přístroj ukazovat správně velikost měřených napětí při úrovních okolo 1 V.

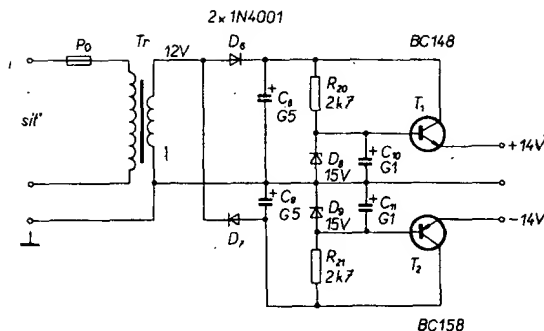
Jednotlivé měřicí rozsahy jsou vytvořeny příslušnou dvojicí odporů, přepínacím přepínačem $P_{1a, b}$. Spodní odpory děliče tvoří současně předpětí pro neinvertující vstup prvního z operačních zesilovačů typu 748. Na nejnižším měřicím rozsahu odpor v horní části děliče chybí, není ho třeba. Přepínač s odpory děličů je zapojen do místa s velmi malou impedancí, takže se není třeba při konstrukci obávat vlivu rozptylových kapacit a není také třeba dělič kmitočtové kompenzovat.

IO_2 typu 748 je zapojen jako neinvertující zesilovač. Jeho napěťové zesílení se řídí dvěma odpory ve zpětné vazbě, R_{15} a R_{16} , přibližně lze napsat, že jeho zesílení $A = (R_{15} + R_{16}) / R_{15}$. S odpory použitými v přístroji je jeho zesílení tedy asi 10 (zisk 20 dB). Kondenzátor C_3 slouží ke kmitočtové kompenzaci.

IO_3 je zapojen podobně. Na předchozí stupeň je navázán kapacitně kondenzátorem C_4 . Předpětí pro neinvertující vstup zajišťuje



Obr. 14. Napájecí zdroj milivoltmetru



R_{17} . Paralelně ke zpětnovazebnímu odporu je zapojen kondenzátor C_5 . Kondenzátor má na vysokých kmitočtech malou impedanci, protože je zapojen paralelně k odporu R_{18} , je jejich výsledná impedance menší než 100 Ω a zisk obvodu se mění v závislosti na kmitočtu (čím vyšší kmitočet, tím větší zisk).

Výstup z IO_3 je na výstupní operační zesilovač IO_4 , navázán přímo. Je-li můstkový usměrňovač spolu s měřidlem zapojen přímo k výstupu IO , je třeba použít nastavovací prvky k nastavení nulového offsetu a citlivosti. Offset se nuluje odporovým trimrem 2,2 M Ω (lepší by bylo použít dva pevné odpory a trimr s menším odporem, nastavení by pak nebylo tak choulostivé). K řízení citlivosti slouží trimr 2,2 k Ω , který se používá při cejchování měřicího přístroje.

V usměrňovací můstku jsou použity germaniové diody se zlatým hrotem, které mají malý úbytek napětí (OA5, OA9 nebo GAZ51 TESLA). Protože vzhledem k vlastnostem IO by při přetížení vstupu mohlo dojít ke zničení nebo poškození měřidla, je paralelně k měřidlu připojena obyčejná křemíková dioda, která pracuje v tomto zapojení jako Zenerova dioda s malým Zenerovým napětím a chrání měřidlo 100 μ A před přetížením.

Přístroj je napájen z jednoduchého síťového zdroje podle obr. 14. Síťový zdroj pracuje jako zdvojeňovač napětí (je použit transformátor se dvěma sekundárními vinutími po 6 V). Zenerovy diody ve zdroji mají napětí 15 V, regulační tranzistory by bylo možno nahradit našimi typy KF507, KF517 (KF508, KFY46 + KFY16, KFY18).

Aby byl zaručen dobrý souhlas stupnice na všech rozsazích, je třeba v děliči používat odpory s tolerancí minimálně 2 %. Jako R_{11} by měl být použit odpor 0,27 Ω ; protože jde o odpor, který není v řadě, byl nahrazen dvěma paralelně zapojenými odpory, a to 1 Ω + 0,25 Ω . Podobně je složen i odpor R_7 (180 Ω + 3,3 k Ω).

Před začátkem kalibrování je třeba nastavit běžce odporových trimrů zhruba do poloviny odporových drah, překontrolovat celé zapojení a nastavit „mechanickou“ nulu měřidla. Po připojení napájecího napětí se ručka měřidla z nulové polohy vychýlí, nula se opět nastaví pečlivě změnou polohy běžce trimru 2,2 M Ω . Ke kalibraci lze použít libovolný signál o kmitočtu např. od 250 do 2500 Hz o amplitudě 1 mV až 1 V. Nejvhodnější je kalibrovat přístroj na jednom z pro-

středních rozsahů (např. 30 nebo 100 mV) a po nastavení běžce trimru 2,2 k Ω překontrolovat správnost kalibrace na všech měřicích rozsazích.

Na závěr ještě poznámka: vstupní odpor přístroje by bylo možno ještě dále zvětšit, a to prostou výměnou odporu R_1 za odpor větší hodnoty, např. 10 M Ω . V tomto případě je však třeba velmi pečlivě uspořádat vstupní části měřicího přístroje, tzn. stínit dokonale přívody, popř. i vstupní operační zesilovač atd.

Vzor uspořádání desky s plošnými spoji je na obr. 14a.

Practical Electronics, červen 1976

Měřič kapacit a odporů

Dalším z měřidel, bez nichž se nelze v praxi obejít, je měřič odporů a kapacity kondenzátorů. Ideální je, má-li takový měřič lineární stupnici a není-li třeba ho pracně cejchovat – všechny tyto požadavky splňuje měřič, jehož schéma je na obr. 15.

Základní část přístroje je společná pro obě měření – dva integrované časovače typu 555 a tranzistor typu KC509 (KC149). Přístroj byl navržen se čtyřmi měřicími rozsahy, v prvním lze měřit odpory 0 až 10 M Ω (kondenzátory 0 až 1 nF), v druhém 0 až 1 M Ω (0 až 10 nF), ve třetím 0 až 100 k Ω (0 až 100 nF) a konečně ve čtvrtém 0 až 10 k Ω (0 až 1 μ F).

Nejmenší měřitelné odpory jsou řádu stovek ohmů, nejmenší měřitelná kapacita je řádu desítek pF.

IO_1 na obr. 15 pracuje v astabilním režimu. Kondenzátor C_2 se neustále nabíjí přes odpor R_2 a vybíjí přes odpor R_3 . Protože je R_3 mnohem menší než R_2 , je vybíjecí doba podstatně kratší než nabíjecí. Na výstupu IO_1

(vývod 3) je velké napětí během doby nabíjení kondenzátoru C_2 a malé napětí během doby jeho vybíjení. IO_1 tedy produkuje sérii velmi krátkých negativních impulsů, které jsou vedeny přes S_3 na vstup IO_2 . Kmitočet výstupního signálu IO_1 je asi 50 Hz.

IO_2 pracuje v monostabilním režimu. Na výstupu IO_2 jsou kladné impulsy, jejichž četnost odpovídá četnosti záporných impulsů na vstupu 2. Délka impulsů závisí na časové konstantě časovacího članku RC. Je-li přístroj použit k měření kondenzátorů, je jako C članku RC použit měřený kondenzátor a příslušný odpor R je zařazen přepínačem rozsahů. Při měření odporů je tomu opačně.

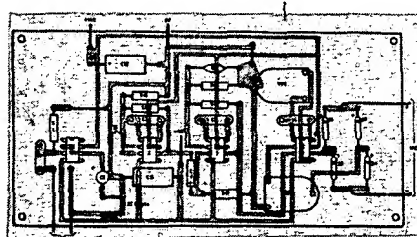
Protože je závislost mezi délkou výstupního impulsu a hodnotami odporů a kapacitami kondenzátorů časovacího članku RC lineární, je lineární i stupnice měřidla. Výchylka měřidla odpovídá průměru výstupního napětí IO_2 .

Výstup IO_2 není však připojen k měřidlu přímo, neboť jeho špičkové výstupní napětí se mění se změnou napájecího napětí. V zájmu přesnosti měření je třeba, aby střední výstupní napětí na měřidle odpovídalo co nejpřesněji délce impulsů na výstupu IO_2 , proto byl použit T_1 jako zesilovač a spolu s R_5 , R_6 a R_7 tvoří jakýsi bočníkový regulační obvod, který omezuje výstupní impulsy na amplitudu maximálně 4 V. Pak změna napájecího napětí v mezích 7,5 až 9 V nemá pozorovatelný vliv na přesnost měření.

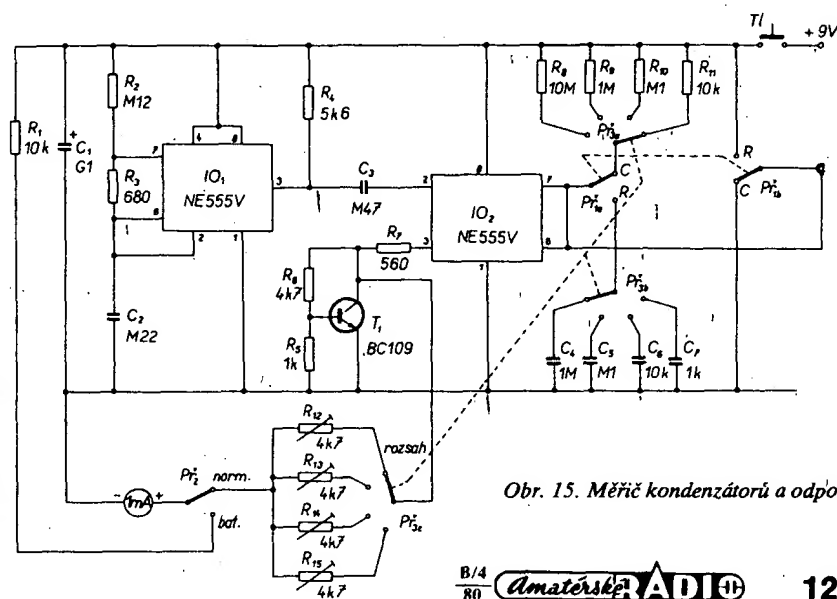
Přístroj se ovládá třemi přepínači a tlačítkem. Dvojitý dvoupolohový přepínač slouží k volbě druhu měření (odpory–kondenzátory), dvojitý čtyřpolohový přepínač zabezpečuje volbu měřicích rozsahů, jednoduchý dvoupolohový přepínač slouží jednak ke kontrole napětí napájecí baterie a jednak (v druhé poloze) k měření odporů a kondenzátorů. Stiskne-li se po připojení měřené součástky tlačítko T_1 , indikuje měřidlo příslušný odpor nebo kapacitu.

Odpory použité v zapojení by měly mít toleranci 1 nebo 2 %, stejně jako kondenzátory C_2 až C_7 . Měřidlo má citlivost 1 mA na plnou výchylku.

Při uvádění do chodu je třeba nastavit všechny odporové trimry na maximální odpor. Spojí se jezdec přepínače Pr_3 a Pr_5 . Vynuluje se mechanicky měřidlo, přivede se napájecí napětí a přepne přepínač Pr_1 do polohy 1. Ručka měřidla se musí vychýlit ke středu stupnice. Pak je třeba posunout běžce odporového trimru (který přísluší této poloze přepínače) tak, aby ručka měřidla ukazovala přesně na konec stupnice. Stejným způsobem se postupuje i na všech dalších rozsazích. Po



Obr. 14a. Příklad uspořádání desky s plošnými spoji



Obr. 15. Měřič kondenzátorů a odporů

cejchování se zruší spoj jezdců Pf_{1a} a Pf_{3b} a přístroj je připraven k měření. Vzhledem k tomu, že se při cejchování používají jako standardy odpory R_8 až R_{11} a kondenzátory C_4 až C_7 , je třeba tyto součástky vybrat co nejpřesněji, s co nejmenšími tolerancemi.

Practical Electronics, srpen 1977

Ohmmetr s lineární stupnicí

Poněkud jinak než předchozí přístroj je řešen ohmmetr na obr. 16. Při jeho konstrukci bylo snahou odstranit nejběžnější nedostatky dosud používaných ohmmetrů – nelinearit stupnice. Představíme-li si totiž běžné uspořádání klasického ohmmetru, je v sérii s měřidlem zapojena baterie, proměnný odpor a měřený odpor. Proud měřidlem je v tomto případě dán vztahem

$$I = \frac{U_{bat}}{R_x + R_{prom} + R_{m\dot{e}r}}$$

Pro měřidlo s citlivostí např. $100 \mu A$ a baterii 3 V musí pak být

$$R_{prom} + R_{m\dot{e}r} = \frac{3 V}{100 \mu A} = 30 k\Omega.$$

Je-li dále R_x např. $20 k\Omega$, ručka měřidla ukáže 60 μA . Bude-li měřený odpor dvakrát větší, bude ručka měřidla ukazovat proud

$$\frac{3 V}{30 k\Omega + 40 k\Omega} = 42,8 \mu A.$$

Z příkladu je zřejmé, že dvakrát většímu odporu neodpovídá dvakrát menší výchylka ručky (dvakrát menší proud), stupnice měřidla musí být proto nelineární.

Řešením této závady je obvod, v němž měřeným odporem bude protékat konstantní proud, a v němž se bude měřit úbytek napětí na odporu, bude-li jím protékat tento konstantní proud.

V zapojení na obr. 16 je jako zdroj konstantního proudu použit operační zesilovač v invertujícím zapojení.

Popis činnosti: referenční napětí se získává na Zenerově diodě se Zenerovým napětím 6,8 V a na požadovanou velikost upravuje odporovým trimrem $22 k\Omega$ v sérii s pevným odporem $39 k\Omega$. Napětí z běžce trimru se vede na neinvertní vstup prvního operač-

ního zesilovače, který pracuje jako sledovač s jednotkovým ziskem. Jeho vstupní odpor je řádu jednotek megaohmů, proto nezatěžuje zdroj referenčního napětí. Odporový trimr (zapojený jako potenciometr) je třeba nastavit tak, aby na výstupu IO_1 bylo napětí 5 V. Napětí 5 V bylo zvoleno jako pracovní proto, aby se využilo co nejdelší doby života napájecích baterií 9 V.

Výstupní napětí z IO_1 se vede na vstup IO_2 přes odpor, zvolený přepínačem Pf_{1a} . Při měření na rozsazích 10, 100 a 1000 Ω se používá stejný odpor (1 k Ω); kdyby byl odpor menší, byl by IO_1 zatěžován neúměrně velkým odběrem proudu. V praxi to znamená, že na rozsahu 10 Ω je maximální výstupní napětí IO_2 50 mV, na rozsahu 100 Ω pak 500 mV.

Výstup z IO_2 se vede na vstup IO_3 , který „násobí“ výstupní napětí IO_2 činiteli 100, 10 nebo 1 v závislosti na poloze přepínače rozsahů.

Elektrická nula měřidla se nastavuje potenciometrem 10 k Ω v poloze přepínače rozsahů 10 Ω , neboť v této poloze přepínače má IO_3 největší zesílení a i malý offset je dobře patrný.

Výstupní napětí z IO_3 se vede na měřidlo přes pevný odpor 4,3 k Ω a proměnný odpor (trimr) 1 k Ω . Trimr je třeba nastavit tak, aby ručka měřidla ukazovala plnou výchylku, je-li na svorkách měřidla přesně 5 V. Zenerova dioda D_2 se Zenerovým napětím 5,6 V chrání měřidlo před přetížením. Měřidlo má základní citlivost 1 mA.

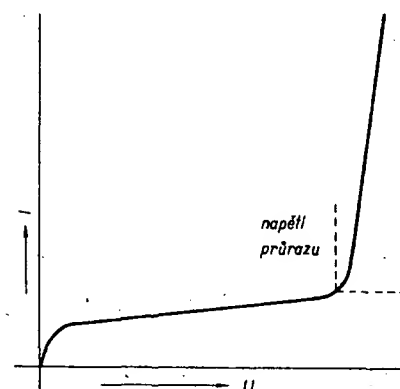
V poloze „zapnuto“ přepínače Pf_2 se připojují obě baterie, v poloze „vypnuto“ se baterie odpojí a současně se zkratují svorky měřidla, v poslední poloze přepínače se připojuje paralelně k napájecím bateriím měřidlo, upravené odporem R_{14} k měření napětí do 18 V. Odpor R_{13} přitom simuluje zátěž baterií měřícím přístrojem.

Nastavení: voltmetr se připojí k výstupu IO_1 , odporový trimr $22 k\Omega$ se nastaví tak, aby voltmetr ukázal napětí 5 V. Dále se voltmetr připojí na výstup IO_3 , přepínač rozsahů se přepne na rozsah 10 Ω a vstupní svorky se spojí dokrátka. Potenciometr 10 k Ω se nastaví tak, aby voltmetr ukazoval 0 V. Voltmetr se nechá na výstupu IO_3 , přepínač rozsahů se přepne na „1 k Ω “ a mezi měřicí svorky se připojí přesný odpor 1 k Ω . Voltmetr musí ukázat výchylku 5 V a odporový trimr 1 k Ω se nastaví tak, aby ručka měřidla ukazovala plnou výchylku.

Practical Electronics, září 1977

Měřič průrazného napětí

Měřič na obr. 18 umožňuje měřit průrazné napětí tranzistorů, diod, Zenerových diod, neonek atd. Oblast napěťového průrazu je to místo na charakteristice uvedených prvků, v němž velký přírůstek proudu protékajícího prvkem odpovídá pouze velmi malému přírůstku napětí, přiváděného na prvek (obr. 17). Jde o známé „koleno“ charakteristiky

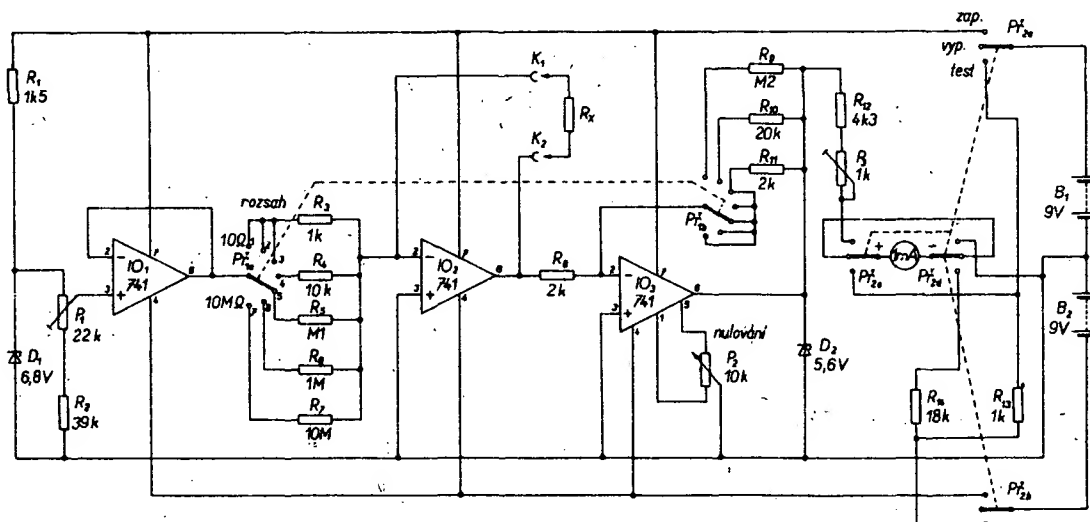


Obr. 17. Typická „průrazná“ charakteristika polovodičového přechodu

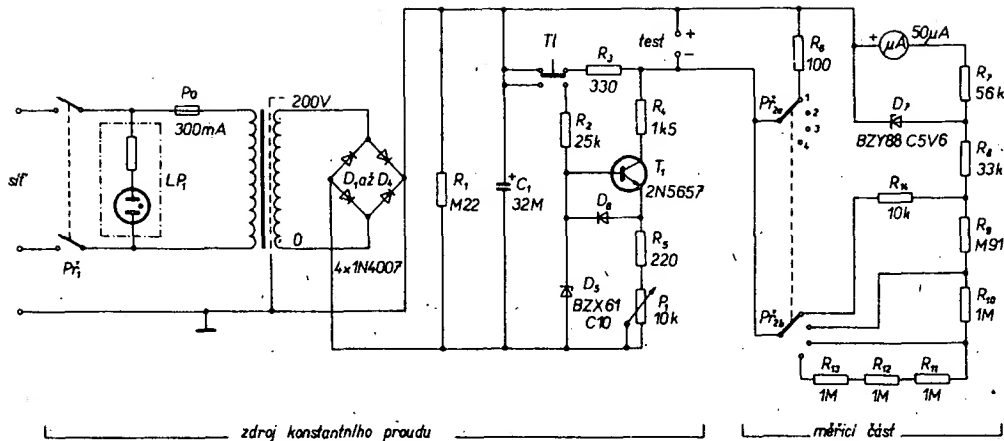
napětí–proud, v němž se začíná proud prvkem lavinovitě zvětšovat, což má obvykle za následek nevratné změny parametrů prvku, popř. jeho zničení. Měřiče napětí, při němž se proud prvkem začne lavinovitě zvětšovat, se obvykle nazývají měřiče průrazného napětí. Využívají toho, že omezí-li se proud protékající měřeným prvkem na bezpečnou velikost, lze zjistit napětí, do něhož (s určitou rezervou) lze prvek bezpečně používat.

Měřič průrazného napětí je velmi výhodný především v našich podmínkách, neboť na trhu nejsou běžně polovodičové prvky (především tranzistory) pro velká napětí; přitom však často mají tuzemské tranzistory průrazné napětí větší, než jaké zaručuje katalog výrobce. Navíc je vhodné předem přeměřit právě na průrazné napětí tranzistory např. pro rozkladové obvody v televizních přijímačích a osciloskopech – ušetří to čas i peníze za zničené tranzistory.

Základem měřiče průrazného napětí je generátor konstantního proudu, který umožňuje zvětšovat napětí na měřeném prvku až do té doby, než začne prvkem protékat předem nastavený proud. (Známe-li proud,



Obr. 16. Lineární ohmmetr (rozsahy pro plnou výchylku: 10, 100, 1000 Ω , 10, 100 k Ω , 1 a 10 M Ω)



Obr. 18. Zapojení měřiče průrazných napětí. V originálu bylo pro napětí nad 200 V použito jako T_1 typu 2N5657, pro napětí kolem 180 V typu MJE340. Z tuzemských tranzistorů by v tomto přístroji vyhověl pouze typ KF504 (pro napětí kolem 150 V). Při menších napětích na C_1 než 250 V je vhodné zmenšit R_4 (asi na 820 Ω až 1 k Ω)

který bude protékat měřeným prvkem v zapojení, pro které je určen, lze jako proud, při němž měříme průrazné napětí, volit právě pracovní proud atd.)

Transformátor na obr. 18 má sekundární napětí 200 V, po usměrnění je tedy na vyhlazovacím kondenzátoru 32 μ F asi 280 V. Je-li stlačeno tlačítko T_1 , protéká odporem R_2 a diodou D_3 proud asi 8 mA a na katodě Zenerovy diody je referenční napětí 10 V. Toto napětí (méně napěťový úbytek na přechodu báze-emitor tranzistoru) se objeví i na sériové kombinaci R_5 + proměnný odpor 10 k Ω , takže emitorem tranzistoru protéká konstantní proud asi

$$\frac{9,3}{R_5 + R_{P1}} \text{ [A]}.$$

Je-li tranzistor otevřen, protéká část tohoto proudu (odpovídající proudovému zesilovacímu činiteli tranzistoru v zapojení se společnou bází, tj. asi 0,96 pro MJE340) obvodem kolektoru, odporem R_4 a prvkem, připojeným ke svorkám. Proměnným odporem lze tak měnit kolektorový proud, zcela nezávisle na kolektorové zátěži, až do saturace tranzistoru. K té dojde tehdy, bude-li spád napětí na R_4 , R_5 , P_1 a na zkoušeném prvku přibližně stejný jako napětí na C_1 .

Měřicí část přístroje měří napětí na zkoušeném prvku, tj. na svorkách přístroje. Je-li přepínač P_2 v poloze 1, měřidlo je připojeno jako miliampérmetr s celkovou výchylkou 50 mA (měří proud zkoušeným prvkem). V dalších polohách přepínače měří měřidlo napětí, rozsahy jsou 50 V, 100 V a 250 V. Místo této měřicí části lze k měření a nastavování použít běžné univerzální měřidlo s napěťovými a proudovými měřicími rozsahy.

K přístroji není celkem co dodávat – snad je pouze třeba zmínit se o výběru tranzistoru – ten musí mít maximální povolené pracovní napětí větší, než je napětí na vyhlazovacím kondenzátoru, a pokud možno, alespoň s 10 % rezervou. V každém případě je vhodné použít pro tranzistor chladič, neboť to umožňuje jeho dlouhodobý provoz za podmínek, blízkých se pracovním podmínkám při zátěži ve zkratu.

Měření: před připojením zkoušeného prvku se nastaví přepínač do polohy pro měření proudu a stiskne se tlačítko T_1 . Proměnným odporem se nastaví zkušební proud (požadovaný). Tlačítko T_1 se uvolní, připojí se měřený prvek (pozor na správnou polaritu) přepínač P_2 se přepne na měření napětí 250 V. Stiskne se tlačítko T_1 a na měřidle se čte průrazné napětí. Při používání přístroje je třeba dbát na to, že maximální výkon, kterým může být zkoušený prvek zatěžován, je až 10 W (250 V \times 40 mA) – proto pozor při zkoušení tranzistorů s velkým závěrným napětím a s malými dovolenými proudy! Kromě toho jistě není příjemný ani styk s napětím 250 V!

Practical Electronics, prosinec 1976

Signální generátor

Generátor na obr. 19 je praktickým pomocníkem při nastavování mezifrekvenčních zesilovačů 455 kHz. Generátor může pracovat buď bez modulace, nebo s amplitudovou či kmitočtovou modulací. Oscilátor je osazen kmitočtem řízeným polem. Jako indukčnosti obvodu oscilátoru se využívá běžného mf transformátoru. Aby bylo možno generá-

tor naladit na správný kmitočet, je část napětí oscilátoru přivedena na usměrňovač (přes keramický filtr) a indikována ručkovým měřidlem. Kmitočet oscilátoru bude shodný s kmitočtem keramického filtru, bude-li mít ručka měřidla maximální výchylku. Během doladování oscilátoru se modulační odpojové spínačem S_1 .

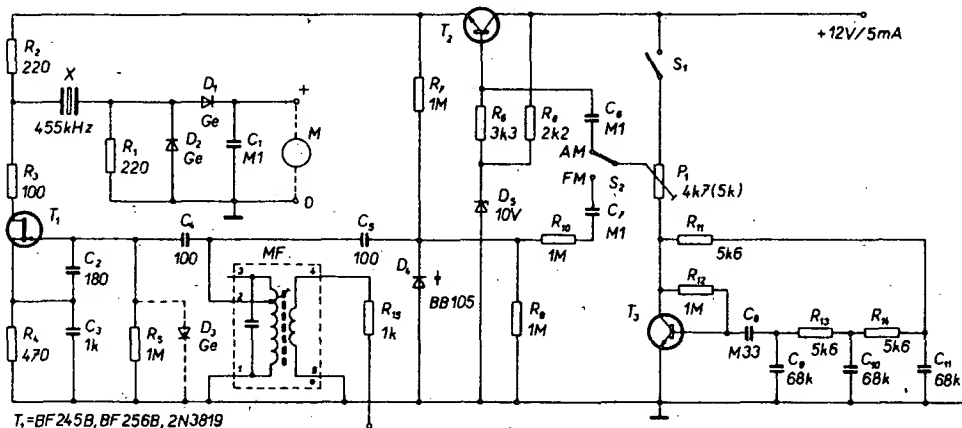
Nízkofrekvenční oscilátor pracuje s tranzistorem T_3 . Amplitudově modulovaný signál bude na výstupu generátoru tehdy, moduluje-li se napájecí napětí pro tranzistor T_1 tranzistorem T_2 ; přepínač modulační musí být přitom v poloze AM. Bude-li v poloze FM, je mezifrekvenční signál modulován kmitočtově varikapem D_4 . Stupeň modulační lze řídit potenciometrem P_1 .

Mf signál se odebírá ze sekundárního vinutí mf transformátoru. Sériový odpor R_{15} se volí podle požadované amplitudy výstupního signálu a požadované impedance; musí však být větší než 100 Ω .

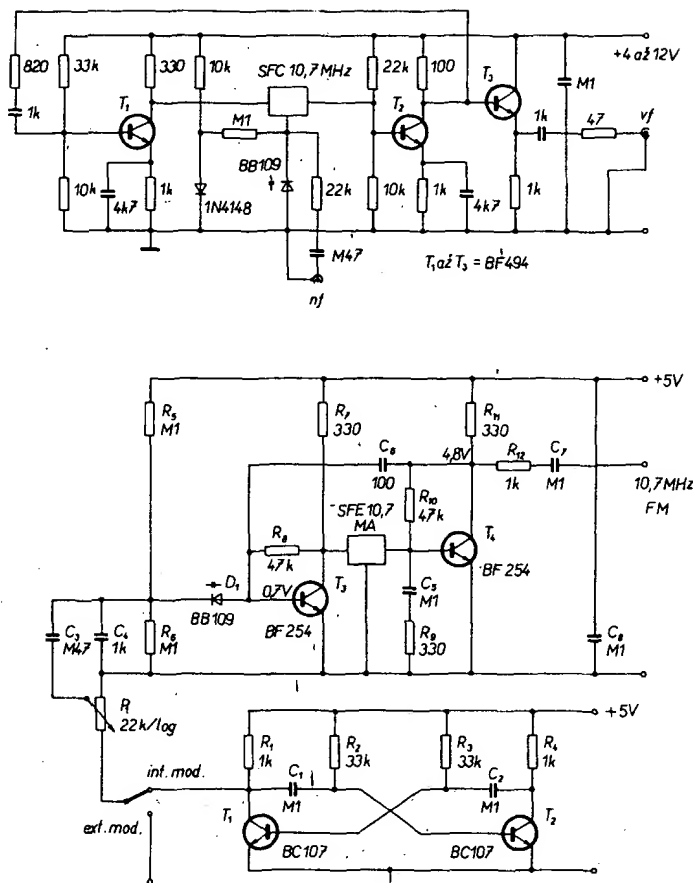
Elektron. č. 92/1978

Generátor zkušebního signálu pro přijímače kmitočtově modulovaného signálu

Praktickou pomůckou pro přezkušování a opravy přijímačů pro kmitočtově modulované signály může být generátor na obr. 20. Vysokofrekvenční signál vyrábí astabilní multivibrátor s keramickým filtrem, generátor kmitá na kmitočtu, pro nějž je fázový posuv keramického filtru nulový. Signál je kmitočtově modulován kapacitní diodou, modulační signál může být získán buď z nízkofrekvenčního generátoru, nebo k jeho



Obr. 19. Generátor k nastavování mf zesilovačů



Obr. 20. Zapojení generátorů ke zkoušení mf zesilovačů u přijímačů kmitočtové modulovaných signálů

generování lze též použít multivibrátor. Obě zapojení na obr. 20 se od sebe liší především svými vlastnostmi. V prvním případě jde o kmitočtově stabilní generátor, který kmitá přesně na kmitočtu, daném barevnou tečkou na vrcholu filtru (např. pro filtr typu SFE s oranžovou tečkou je to kmitočet 10,73 MHz, s bílou tečkou 10,76 MHz, s modrou tečkou 10,7375 MHz apod. Kmitočet 10,7 MHz přesně má filtr, označený červenou tečkou). Kmitočtový zdvih tohoto generátoru je velmi malý; 1,3 kHz při kmitočtu 10,7 MHz, popř. 13 kHz na desáté harmonické (107 MHz). Dobrý mf zesilovač musí však takový zkušební signál zpracovat „bezšumově“.

V druhém zapojení má výstupní signál mnohem větší kmitočtový zdvih, na desáté harmonické asi 75 kHz, což odpovídá zdvihu vysílačů FM. Použitý způsob kmitočtové modulace má též za následek, že střední kmitočet výstupního signálu je asi o 40 kHz nižší, než odpovídá použitému keramickému filtru. Použije-li tedy ke zkoušení mf zesilovače přijímače s mf kmitočtem 10,7 MHz tento generátor, musí být jako keramický filtr do generátoru vybrán typ s příslušně vyšším rezonančním kmitočtem (viz uvedený přehled filtrů v předchozím odstavci).

I když oba generátory slouží především ke zkoušení mezifrekvenčních zesilovačů, lze s nimi zkoušet i tunery jako celek, použije-li se některý z jejich harmonických kmitočtů; např. 8. harmonická má kmitočet 85,6 MHz, devátá 96,3 MHz a desátá 107 MHz (má-li generátor základní kmitočet 10,7 MHz).

Elektr, červenec/srpen 1975

Univerzální měřicí přístroj pro zkoušení diod

Jedněmi ze základních polovodičových prvků jsou diody, a to diody všeho druhu – usměrňovací, Zenerovy, svítivé apod. Některé z nich lze zkoušet ohmmetrem; má-li však ohmmetr baterii 1,5 V, nelze s ním však zkoušet Zenerovy diody, a většinou ani svítivé diody, které potřebují k činnosti právě asi tak 1,5 V.

Z uvedených důvodů by jedním z prvních měřicích přístrojů každého amatéra by měl být přístroj k měření diod. Bude-li vhodně navržen, lze s ním měřit, nebo lépe řečeno zkoušet i tranzistory (jejich jednotlivé přechody p-n, popř. n-p). Schéma vhodného přístroje pro měření a zkoušení diod je na obr. 21.

Základní součástí zkoušeče je síťový transformátor, jehož sekundární napětí se může

pohybovat v mezích 10 až 15 V. Jde o efektivní napětí; protože však pro další úvahy potřebujeme znát špičkové napětí, uvědomíme si, že efektivnímu napětí 10 V odpovídá špičkové napětí 14,4 V a efektivnímu napětí 15 V špičkové napětí asi 21,2 V.

Horní část zapojení slouží k měření Zenerova napětí stabilizačních (Zenerových) diod; při efektivním napětí na sekundárním vinutí transformátoru 15 V lze přístrojem měřit diody do Zenerova napětí $U_Z = 15$ V. Při jednocestném usměrnění je totiž za odporem 1,5 k Ω stejnosměrné napětí naprázdno 13,6 V (při $U_{ef} = 10$ V), popř. 20,7 V (při $U_{ef} = 15$ V). Toto napětí musí ukázat univerzální měřicí přístroj, připojený ke svorkám C, D. Po připojení Zenerovy diody ke svorkám A, B ve správné polaritě (katoda na +), lze na připojeném voltmetru přímo číst Zenerovo napětí. Ukazuje-li voltmetr napětí 0,7 V, je dioda ke svorkám připojena opačně, nesprávně. Ukazuje-li voltmetr napětí 0 V při obou polaritách připojení, je dioda vadná (zkrat). Ukazuje-li voltmetr při jedné polaritě připojení diody napětí 0,7 V a při opačné polaritě plné napětí U_A , jde o diodu se Zenerovým napětím větším než asi 20 V (nebo to není Zenerova dioda).

Druhá část zapojení slouží ke kontrole usměrňovacích, spínacích a jiných diod. Zapojení je jednoduché: zkoušená dioda se používá jako usměrňovač a podle způsobu jejího připojení se rozsvítí příslušná dioda LED podle tohoto schématu:

A. Svítí obě diody. Zkoušená dioda je vadná (zkrat).

B. Svítí D_2 . Zkoušená dioda je připojena anodou na E a katodou na F; je v pořádku.

C. Svítí D_3 . Zkoušená dioda je v pořádku a je připojena anodou na F a katodou na E.

D. Nesvítí ani jedna z diod. Zkoušená dioda je přerušena.

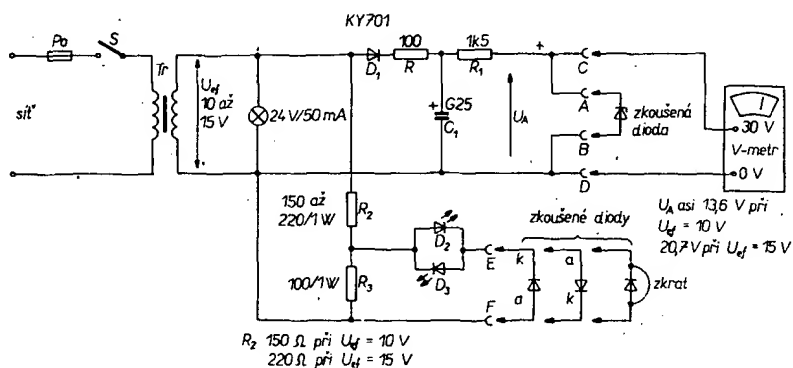
Vše, co bylo řečeno o zkoušení běžných diod (bod A až D) platí i pro zkoušení svítivých diod. Podle bodů B a C budou ovšem současně svítit vždy dvě diody – indikační i zkoušená.

ELČ 10/1979

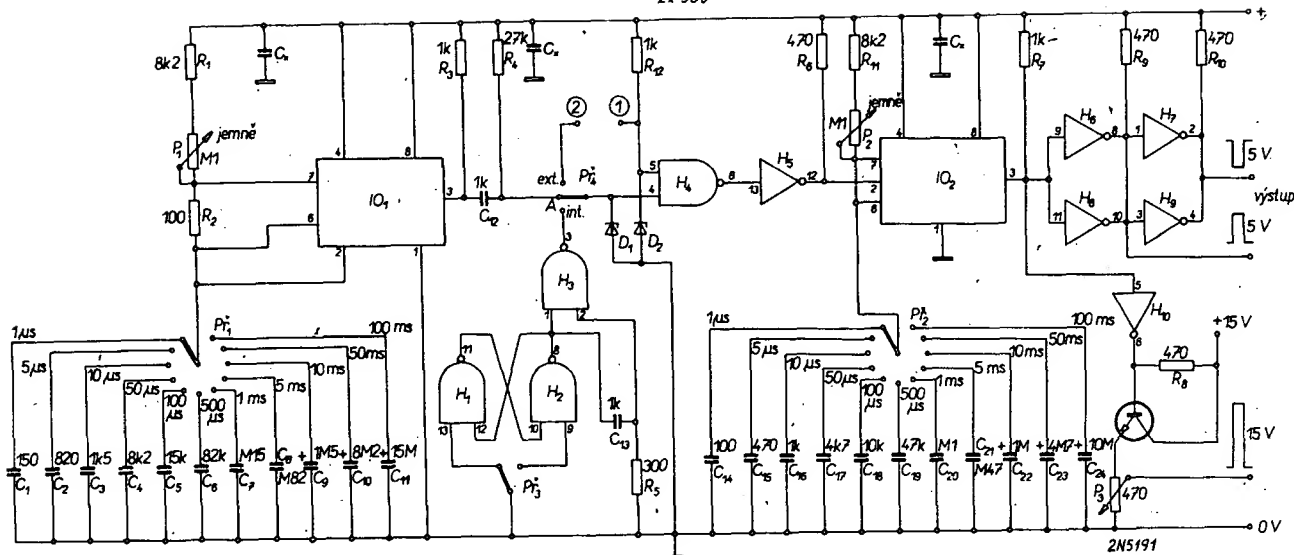
Generátor impulsů

Jedním z nejspěšnějších integrovaných obvodů všech dob je známý časovač typu 555 (popř. jeho „dvojče“, známé pod označením 556). Z jeho velmi vtipných aplikací je na obr. 22 zapojení generátoru impulsů, který získal ve čtenářské soutěži časopisu Elektr 4. místo (v roce 1975).

V generátoru jsou použity dva časovače typu 555. První z nich je zapojen jako astabilní multivibrátor, který generuje impulsy o kmitočtu, daném R_1 , P_1 a R_2 a kapacitou kondenzátoru, zařazeného do obvodu



Obr. 21. Jednoduchý přístroj ke zkoušení diod



Obr. 22. Generátor impulsů s časovači typu 555

přepínačem P_1 . Impulzy z IO_1 je řízen IO_2 , také časovač typu 555, který je zapojen jako monostabilní multivibrátor. Délka takto vytvořených impulsů závisí na R_{11} , P_2 a kapacitě kondenzátoru, zařazeného do obvodu přepínačem P_2 .

Diferenční člen C_{12} , R_4 na výstupu prvního časovače zamezuje tomu, aby délka impulsu na vstupu IO_2 mohla být větší než délka impulsu na výstupu tohoto IO. Zenerovy diody na vstupech hradla NAND H_4 (1/4 7400) chrání vstup přístroje pro externí spouštění a pro hradlování před nežádoucími rušivými impulsy a před přebuzením vstupů hradla. Generovaná série impulsů může být kdykoli přerušena úrovní log. 0, přivedenou na vstup 1 (v kroužku), popř. lze činnost IO_2 řídit vnějším spouštěcím impulsem, přivedeným na vstup 2 (v kroužku).

Generátor má tři výstupy. Na horních dvou výstupech jsou obdélníkovité impulsy úrovně TTL se vzájemně obrácenou polaritou (komplementární). Ze třetího výstupu (nejspodnější) se mohou odebírat signály s nastavitelnou amplitudou od 0 do 15 V (při napájecím napětí 15 V na kolektoru tranzistoru). Je-li přepínač P_2 v poloze „int“, objeví se na výstupu generátoru vždy při přepnutí přepínače P_2 jednotlivý impuls.

K jemnému nastavení kmitočtu a šířky impulsů slouží potenciometry (proměnné odpory) P_1 a P_2 .

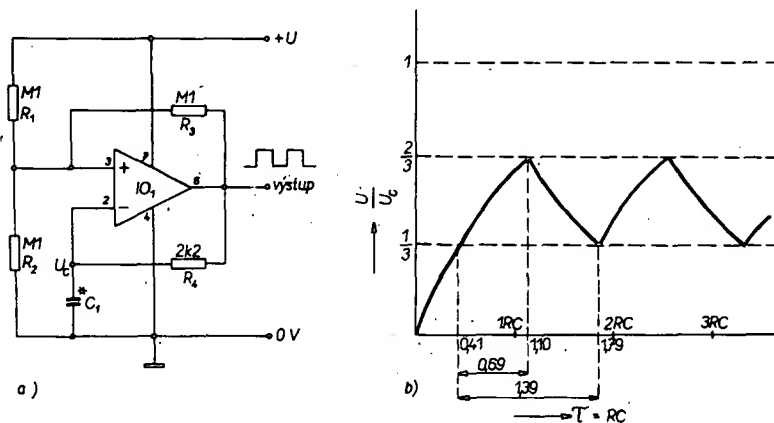
Kondenzátory C_x se připojují vždy k těm vývodům integrovaných obvodů, na něž se přivádí napájecí napětí, jejich kapacita se volí v rozmezí 47 nF až 0,1 μ F – slouží k filtraci napájecího napětí.

Jako invertory byly použity invertory tvořící pouzdro 7406, jako hradla pouzdro 7400. Tranzistor je křemíkový spínací typ vodivosti n-p-n (odpovídá zhruba našemu typu KSY62).

Elektr, červenec/srpen 1975

Generátor napětí obdélníkovitého průběhu s operačním zesilovačem

Prakticky s libovolným integrovaným operačním zesilovačem lze zkonstruovat generátor napětí obdélníkovitého průběhu. Zapojení na obr. 23 má proti obvyklým zapojením několik výhod: generátor (oscilátor) se rozkmitává velmi spolehlivě, kmitočet je nezávislý na napájecím napětí ve značně širokých mezích a generátor nemá žádné tzv. kritické součástky.



Obr. 23. Generátor napětí obdélníkovitého průběhu s operačním zesilovačem (a) a závislost kmitočtu na napájecím napětí (b)

Činnost generátoru: Na kondenzátoru C_1 není žádné napětí. Po připojení napájecího napětí je na kondenzátoru nulové napětí (je to vlastně napětí na invertujícím vstupu operačního zesilovače), napětí na neinvertujícím vstupu operačního zesilovače je kladné a je dané dělícím R_1 , R_2 . Výstupní napětí operačního zesilovače se bude proto rovnat napájecímu napětí a na neinvertujícím vstupu bude proto kladné napětí, rovnající se 2/3 napájecího napětí (R_1 a R_2 spojení s kladným pólem napájecího napětí). Kondenzátor C_1 se začne nabíjet. Zvětší-li se napětí na něm na 2/3 napájecího napětí, zmenší se výstupní napětí operačního zesilovače na nulu. Na neinvertujícím vstupu nebudou již 2/3 napájecího napětí, ale jen 1/3 (odpor R_3 je spojen přes výstup operačního zesilovače se zemí).

Kondenzátor C_1 se začne vybíjet přes odpor R_4 a obvod „se překlopí“ do výchozího stavu, a to přesně tehdy, bude-li na C_1 1/3 napájecího napětí. Celý děj se pak periodicky opakuje: napětí U_C na kondenzátoru se mění mezi 1/3 až 2/3 napájecího napětí.

Z obr. 23b je zřejmé, že kmitočet oscilací je skutečně nezávislý na napájecím napětí (na svislé ose je vyneseno poměr napětí napájecího a na kondenzátoru, U_b/U_c). Při větším napájecím napětí se pouze zvětšuje nabíjecí a vybíjecí proud kondenzátoru, tečkou přes odpor R_4 , perioda, za níž se na kondenzátoru C_1 změní napětí z 1/3 U_b na 2/3 U_b , zůstává konstantní.

Kmitočet výstupního signálu lze určit ze vztahu

$$f = \frac{1}{1,4 RC}$$

je-li $R = R_4$ [Ω] a $C = C_1$ [F], je kmitočet v Hz. Poměr mezera/impuls je teoreticky 50 %, v praxi však se může od uvedené velikosti lišit vlivem tolerancí odporů a nesymetrie operačního zesilovače.

V následující tabulce jsou charakteristické údaje generátoru podle obr. 23 pro různé typy operačních zesilovačů. Při konstrukci generátoru se samozřejmě nesmí překročit povolené napájecí napětí toho či onoho operačního zesilovače; kromě toho je třeba pamatovat, že v blízkosti spodní hranice



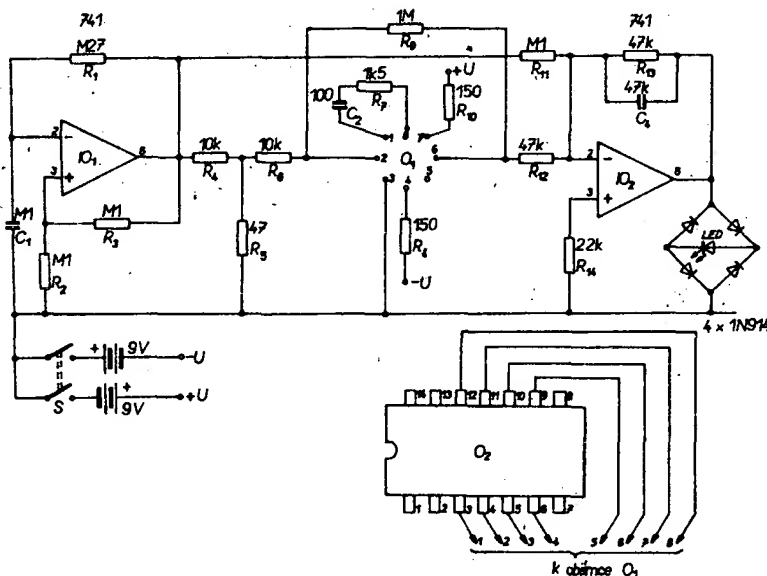
napájecího napětí mění operační zesilovače své vlastnosti, což se může projevit i na změně kmitočtu. Kondenzátor C_1 musí mít provozní napětí větší než 2/3 napájecího napětí.

Typ	$U_{b \min}$ [V]	$U_{b \max}$ [V]	$f_{osc \max}$ [kHz]
709	5	36	325
741	3,5	36	100 (nad 30 kHz trojúhelník.)
CA3130	3	16	275
CA3140	5	36	200
CA3100	8,5	36	275
LF357	3	36	325
LM301	3	36	325

Elektronika č. 91/78

Jednoduchý zkoušeč operačních zesilovačů

I když u nás stále nejsou operační zesilovače tak rozšířeny, jak by si to jejich po všech stránkách výhodné vlastnosti vyžadovaly, bude přesto vhodné mít po ruce zkoušeč, který umožní jednoduše a rychle určit, zda je „podezřelý“ operační zesilovač dobrý, nebo špatný. Zkoušeč na obr. 24 prověřuje zisk, stabilitu, vstupní napěťový offset a vstupní proudovou nesymetrii – jako indikátor stavu zkoušeného zesilovače slouží dioda LED. Zkoušečem lze měřit vnitřně kompenzované operační zesilovače, jako např. 741, i operační zesilovače s vnějšími kompenzačními prvky, jako např. 709 (řada MAA500), 748 apod.



Obr. 24. Zapojení zkoušeče operačních zesilovačů a připojení objímky pro zesilovače v pouzdrech DIL a DIP

Ve zkoušeči se používají dva operační zesilovače typu 741. První je zapojen jako generátor signálu pravouhlého tvaru. Zkoušený operační zesilovač je připojen k jeho výstupu a je zapojen jako invertující zesilovač se zesílením 100. Výstupní signál z IO_1 se na vstup zkoušeného operačního zesilovače vede přes napěťový dělič R_4 , R_5 ; současně se vede i na IO_2 . Na IO_2 se vede současně i výstup zkoušeného operačního zesilovače, neboť IO_2 je zapojen jako součtový zesilovač.

Je-li zkoušený operační zesilovač v pořádku, jeho výstupní signál bude přesně velký jako signál, přicházející přes R_{11} na vstup IO_2 . Protože polarita obou napětí musí být opačná, bude na výstupu IO_2 nulové napětí a svítivá dioda nebude svítit. Polarita napětí musí být opačná proto, protože zkoušený operační zesilovač pracuje jako invertující zesilovač.

Je-li zkoušený operační zesilovač špatný, vstupní napětí na vývodu 2 IO_2 se „nezruší“ a na výstupu IO_2 bude napětí, které rozsvítí svítivou diodu. Aby k tomu došlo, musí být úroveň napětí na výstupu IO_2 ovšem větší, než určitá mezní úroveň. Ta je dána zhruba úbytkem napětí na jedné z dvojic diod můstku (v propustném směru) a na diodě LED. Pomineme-li možnost, že zkoušený operační zesilovač je zcela vadný, rozsvítí se dioda LED tehdy, bude-li zesílení zkoušeného operačního zesilovače menší než 60, nebo bude-li vstupní napěťový offset větší než 30 mV, nebo konečně bude-li vstupní proudová nesymetrie větší než 3 μA . Každý běžný operační zesilovač musí mít pro správnou činnost uvedené parametry lepší. Svítivá dioda se rozsvítí i tehdy, bude-li operační zesilovač nestabilní, popř. bude-li mít zkřuty nebo budou-li některé z jeho vnitřních obvodů přerušeny.

Před umístěním zkoušeného operačního zesilovače do příslušné objímky (podle typu zapouzďení) je třeba sepnout spínač S_2 a krátce sepnout spínač S_1 . (Jako spínač je nejvhodnější dvojité spínací tlačítko). Svítivá dioda se musí rozsvítit – tím je zkontrolován jak vyhovující stav baterií, tak i správná činnost obvodů zkoušeče. Po této zkoušce se umístí zkoušený zesilovač do objímky, opět se krátce sepnou S_1 a je-li zkoušený operační

trhu) konstrukce z nf techniky. Je samozřejmě možné spoolehnout se na údaje, které o konstrukci udává její autor, mnohem lepší je však možnost přesvědčit se o jakosti toho, co jsme postavili – k tomu je ovšem třeba určitá nezbytná výbava. Kromě běžných měřicích přístrojů, jako je voltmetr, ampérmetr, ohmmetr a případně měřiče polovodičových součástek a kondenzátorů, patří do základní výbavy především nf milivoltmetr.

Základními požadavky na parametry nf milivoltmetru jsou:

- konstantní vstupní impedance,
- co nejširší zpracovatelné kmitočtové pásmo,
- pokud možno lineární stupnice měřidla,
- měřicí rozsahy, odpovídající potřebě nej-různějších měření.

Přístroj na obr. 25 tyto požadavky splňuje s rezervou. Jeho vstupní odpor je 1 M Ω s paralelní kapacitou asi 40 pF (je do jisté míry závislá na konstrukci přístroje). Pokud jde o šířku pásma, pamatoval autor při návrhu milivoltmetru i např. na potřebu měřit signál mazacího oscilátoru magnetofonů, který má kmitočet až kolem 80 kHz – zvolil tedy jako mezní kmitočet milivoltmetru kmitočet 100 kHz (s tolerancí údaje menší než 0,1 dB). Z požadavku širokého kmitočtového pásma vyplynulo i použití diskretních prvků – tranzistorů, neboť běžné operační zesilovače v tomto případě použít nelze. Stupnice má sice mírně potlačený začátek, ale vzhledem k použitým rozsahům měření se to jeví jako závada. Měřicí rozsahy jsou (pro plnou výchylku ručky měřidla) 1 mV, 3, 10, 30, 100 a 300 mV, 1, 3, 10, 30, 100 a 300 V.

Pro zjednodušení nejrušnějších měření je součástí milivoltmetru i nf wattmetr, jímž lze měřit výstupní výkon nf zesilovačů na impedancích 4, 8 a 16 Ω a to v rozsazích (opět pro plnou výchylku ručky měřidla) 0,1, 1, 10, 100 W. V principu jde o měření napětí na normalizované zatěžovací impedanci (nebo odpovídajícím odporu) – stupnice je oceňována na základě vztahu pro výpočet výkonu

$$P = \frac{U^2}{R}, \text{ tj. } U = \sqrt{PR}.$$

V přístroji je pamatováno i na měření stereofonních signálů, přívodní kabel se signálem pravého i levého kanálu lze trvale připojit na vstup přístroje, přepínačem Pf_1 se pak volí jeden z kanálů – tak lze snadno a velmi rychle porovnávat měřená místa v obou kanálech, a to bez pracného přepojování přívodních šňůr. Tímto způsobem lze tedy měřit rychle a jednoduše i přeslechy apod.

Přístroj se kromě jiného vyznačuje i možností indikovat jak špičkové, tak přesné efektivní hodnoty měřeného signálu (přepínač zvolna–rychle, Pf_7).

Milivoltmetr má na výstupu zesilovače (tranzistor T_{18}), na jehož výstup lze připojit např. sluchátka (chceme-li sledovat jakost signálu v měřeném místě i sluchem, k výstupu lze však připojit i např. osciloskop nebo oscilograf, což bude asi užitečnější. Tento výstup poskytuje např. při měření napětí menších než 1 mV zesílené napětí až asi 100 mV – takto lze bez problémů sledovat na osciloskopu průběh všech signálů, které se v praxi na nf zařízení měří.

Celé zapojení se skládá z těchto dílčích celků:

- vstupní dělič (x_1 , $x_1:10$, Pf_3),
- měnič impedance (T_1 , T_2),
- dělič pro rozsahy stupnice (x_1 , x_3 , Pf_4),
- dělič jednotlivých měřicích rozsahů (x_1 , $x_1:10$, $x_1:100$, Pf_5), zesilovač a měnič impedance (T_3 až T_5),
- přepínač druhu měření (V, W),
- měnič impedance (T_6),
- koncový zesilovač (T_7 až T_{17}),

- P_7 – nastavit tak, aby při 100 mV/1 kHz v bodu A bylo v bodech B a C špičkové napětí asi 8,5 V,
 P_8 – nastavuje se jím „pravoúhlost“ napětí 5 až 50 kHz,
 P_9 – nastavuje se jím napětí v bodu D (300 mV) pro úplnou výchylku ručky měřidla,
 P_{10} – nastavuje se jím úplná výchylka ručky měřidla při napětí 100 mV/1 kHz v bodu A,
 P_{11} – nastavuje se jím úplná výchylka ručky měřidla při napětí 100 mV/1 kHz v bodu A.

Při konstrukci je třeba dbát na dobré odstínění koncového zesilovače, jehož zesílení může být až 3000. Stínit je třeba i přívody a vývody a předzesilovač je třeba umístit co nejdále od měřidla. Z toho vyplývá požadavek jedné desky s plošnými spoji pro předzesilovač, jedné desky s plošnými spoji pro koncový zesilovač a všechny spoje udělat stíněnými vodiči. Síťový zdroj je též na zvláštní desce s plošnými spoji.

V přístroji je pak předzesilovač na jedné stěně skříně milivoltmetru, koncový zesilovač na druhé, uprostřed na zadní stěně je deska zdroje a téměř uprostřed na čelní stěně měřidlo.

ELO č. 1 a 2/1980

Nf technika

Zkoušečka nízkofrekvenčních spojovacích kabelů

Hledání chyb (zkrat, přerušení) v nízkofrekvenčních kabelech zapojených podle doporučení IEC velmi usnadňuje zkoušečka podle obr. 26. Touto zkoušečkou lze určit druh chyby kabelu (zkrat, přerušení), popř. určit, není-li chyba v kabelu, ale např. v konektoru nebo jinde.

Zkoušený kabel se zasune oběma zásuvkami do zkoušečky. Po stlačení tlačítka se rozsvítí jedna ze tří svítivých diod a indikuje, v jakém stavu kabel je.

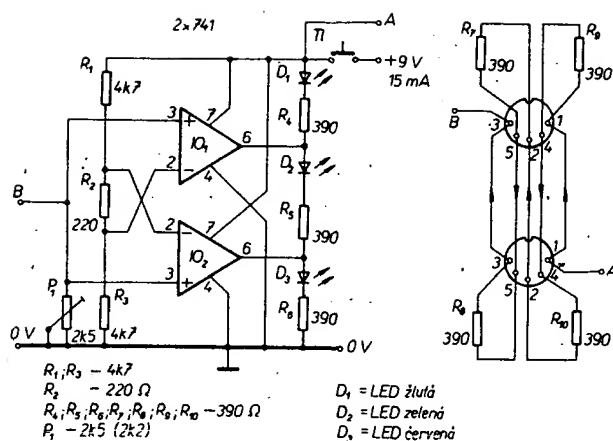
Je-li kabel v pořádku, pak odpory R_7 až R_{10} tvoří spolu s potenciometrem P_1 dělič napětí; potenciometr je třeba nastavit tak, aby na vstupu B bylo napětí rovné přesné polovině napájecího napětí. Napětí na invertujícím vstupu IO_2 bude po zasunutí kabelu do zdílek větší než napětí na neinvertujícím vstupu a výstupní napětí se proto zmenší. Vstupní napětí na IO_1 jsou v obráceném poměru, proto se výstupní napětí IO_1 zvětší. Svítivá dioda D_2 se rozsvítí a indikuje tím, že je kabel v pořádku.

Jsou-li žíly (nebo stínění) kabelu přerušeny, je úroveň napětí na vstupu B přes potenciometr „na zemi“. Výstupní napětí obou operačních zesilovačů je malé, rozsvítí se svítivá dioda D_1 .

Zkrat v kabelu překlene jeden nebo několik odporů z R_7 až R_{10} ; na vstupu B bude v tomto případě větší napětí, než když je kabel v pořádku. Zkrat je pak indikován svítivou diodou D_3 .

Potenciometr P_1 se nastavuje následovně: objímky zkoušečky propojíme zaručeně dobrým kabelem a potenciometrem P_1 otáčíme tak dlouho, až se rozsvítí svítivá dioda D_2 . Připojíme-li dále odpor 390 Ω k jednomu z odporů R_7 až R_{10} , musí se rozsvítit svítivá dioda D_3 . Není-li tomu tak, opravíme poněkud polohu běžce potenciometru P_1 . Rozsvítí-li se pak dioda D_3 , vytáhneme jeden konektor z objímky na zkoušečce, dioda D_3 musí zhasnout a musí se rozsvítit dioda D_1 .

Obr. 26. Zkoušečka nf propojovacích kabelů



Zkoušečku lze napájet z baterie 9 V, napájecí napětí není však kritické a může být až 12 V. Při napájecím napětí 9 V je odběr proudu asi 15 mA.

Elektor č. 7/78

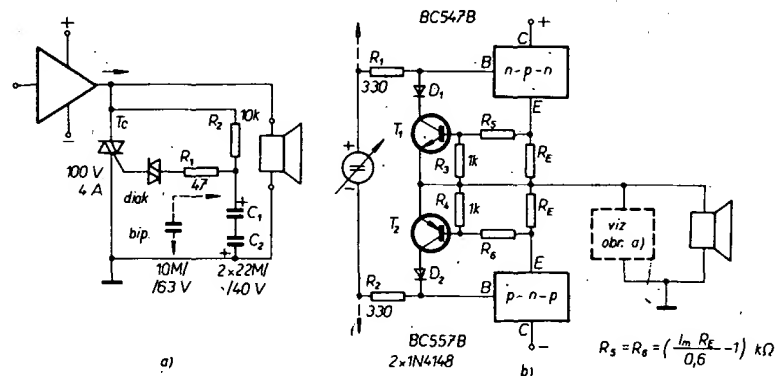
Ochranný obvod pro reproduktory

U tranzistorových koncových zesilovačů se souměrným napájením se reproduktor obvykle připojuje přímo k výstupu zesilovače (bez oddělovacího kondenzátoru). Poškodí-li se pak nějak zesilovač (např. jeden z koncových tranzistorů apod.), může se na výstupu místo „nuly“ (stejnoseměrné napětí 0 V) objevit stejnosměrné napětí až do velikosti napájecího napětí – reproduktor je však zapojen jedním vývodem na zem a v takovém případě by jím protékal velký proud, který by ho mohl zcela zničit.

K ochraně reproduktoru se používá někdy relé, které reaguje na kladné nebo záporné stejnosměrné napětí a odpojí reproduktor od koncového stupně. Na obr. 27a je alternativní řešení, u něhož není ochranný obvod v sérii s reproduktorem.

Jakmile se ve střídavém signálovém napětí objeví stejnosměrné napětí, nabijí se kondenzátory C_1 a C_2 přes odpor R_2 , diak povede a uvede do vodivého stavu i triak. Zbytkové stejnosměrné napětí na reproduktoru je pak tak malé, že se reproduktor nemůže poškodit.

S ohledem na to, že diak pracuje až při napětí 27 až 30 V, musí být napájecí napětí zesilovače minimálně 35 V. Aby však byly omezeny i velké proudy, musí být zesilovač vybaven i obvodem, který omezuje proud „staticky i dynamicky“. Pro statické omezení postačí pojistky. Obvod pro dynamické omezení proudu je na obr. 27b. Obvodem v levé části obr. 27b se nastavuje klidový proud.



Obr. 27. Ochrana reproduktorů, zapojených na výstupy zesilovačů bez oddělovacích kondenzátorů; ochranný obvod není v sérii s reproduktorem (a), obvod dynamického omezení proudu (b)

V přívodech do bází koncových tranzistorů jsou zapojeny odpory R_1 nebo R_2 . Při zvětšujícím se proudu koncovými tranzistory se zvětšuje i úbytek napětí na emitorových odporech, T_1 nebo T_2 otevře, zvětší-li se jeho napětí báze-emitor. Otevře-li se T_1 nebo T_2 , zmenší se napětí báze-emitor koncových tranzistorů a protéká jimi menší proud. Odpory R_5 a R_6 lze určit ze vztahu

$$R_5 = R_6 = \frac{I_{\max} R_E}{0,6} - 1,$$

kde I_{\max} je proud při začátku omezení a R_E je emitorový odpor. Správnou velikost I_{\max} dostaneme, zvětšíme-li špičkový střídavý proud koncovými tranzistory do zátěže (4 Ω) asi o 50 %. Zvětšení o 50 % vychází z toho, že na zatěžovací impedanci může vzniknout fázový posuv mezi proudem a napětím (na kondenzátorech nebo tlumivkách reproduktorových výhybek).

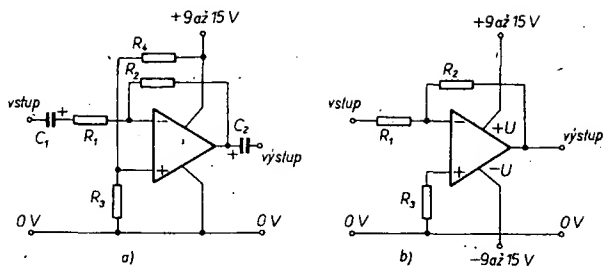
Firemní literatura firmy Quad

Předzesilovač s operačním zesilovačem

Téměř každý operační zesilovač lze zapojit jako jednoduchý nízkofrekvenční zesilovač (např. jako zesilovač pro mikrofon, pro magnetodynamickou přenosku, telefonní příposlechový zesilovač apod.). Abychom dosáhli co největší citlivosti zesilovače, musí být vstupní impedance zesilovače (předzesilovače) větší nebo alespoň rovná impedanci zdroje signálu. V nejjednodušším případě lze operační zesilovač zapojit podle obr. 28a; operační zesilovač je napájen z nesymetrického zdroje. Ke zjištění zesílení platí vztah

$$A_u = \frac{U_{\text{výst}}}{U_{\text{vst}}} = R_2/R_1,$$

$$R_5 = R_6 = \left(\frac{I_{\max} R_E}{0,6} - 1 \right) k\Omega$$



kde R_1 a R_2 jsou obvykle větší než $1 \text{ k}\Omega$; R_3 a R_4 lze určit ze vztahu

$$R_3 = R_4 = \frac{2R_1R_2}{R_1 + R_2}$$

Maximální možné zesílení závisí na zesílení operačního zesilovače s otevřenou smyčkou záporné zpětné vazby; u operačního zesilovače typu 741 je toto zesílení 100 000, takže poměr R_2/R_1 větší než 10^5 nemá opodstatnění. Šířka přenášeného pásma je určena vztahem BA_u (šířka pásma krát zesílení) a bývá uváděna v katalogích.

Tak, např. chceme-li si postavit zesilovač, který má vstupní impedanci $10 \text{ k}\Omega$ a zesílení 20, zvolíme $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$,

$$R_2 = 20 \times R_1 = 200 \text{ k}\Omega$$

a $R_4 = R_3 = 2 \cdot 10 \cdot 200 : 210 = 20 \text{ k}\Omega$. Použijeme-li operační zesilovač typu 741, který má $BA_u = 10^6$, bude při zesílení 20 šířka pásma 50 kHz .

Při souměrném napájecím napětí (obr. 28b) platí

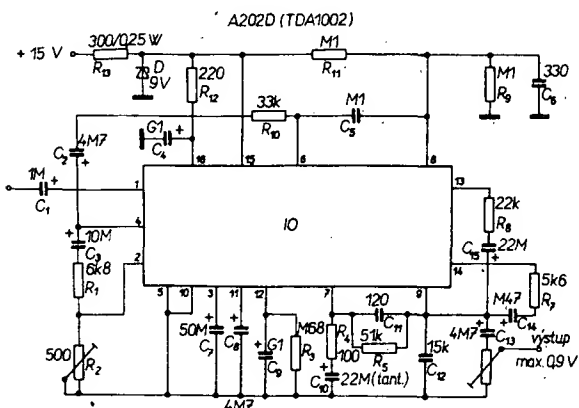
$$R_3 = \frac{R_2R_1}{R_2 + R_1}$$

U tzv. bi-fetových operačních zesilovačů (což jsou operační zesilovače s tranzistory FET na vstupech) lze odpor R_3 vypustit a neinvertující vstup spojit se zemí.

V dále uvedené tabulce jsou přehledně uvedeny hlavní parametry nejběžnějších operačních zesilovačů:

typ	počet OZ v IO	BA_u [MHz]	zisk bez zp. vazby	poznámka
709	1	100	1 000 000	kompenzace nutná
741	1	1	100 000	
747	2 (741)	1	100 000	
LF355	1	2,5	100 000	malý šum, FET
LF356	1	5	100 000	malý šum, FET
LF357	1	20	100 000	
TL071	1	3	100 000	malý šum, FET
TL084	4	3	100 000	malý šum, FET
CA3130	1	15	300 000	MOS FET
CA3140	1	4,5	100 000	MOS FET
XR4212	4	3	50 000	
XR4136	4	3	50 000	
LM324	4	1	100 000	

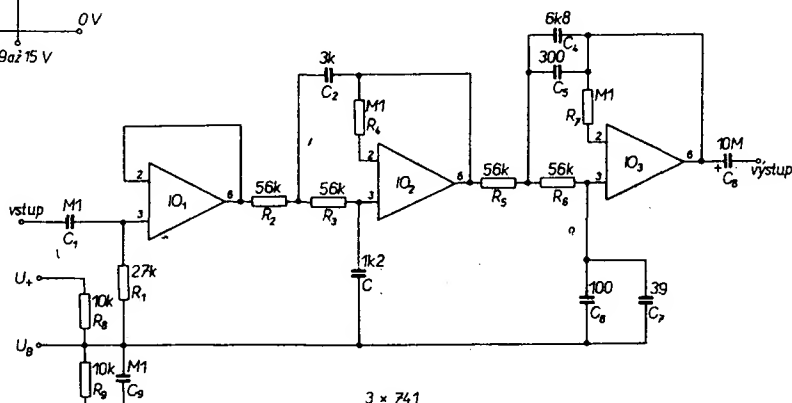
Electronics č. 4/77



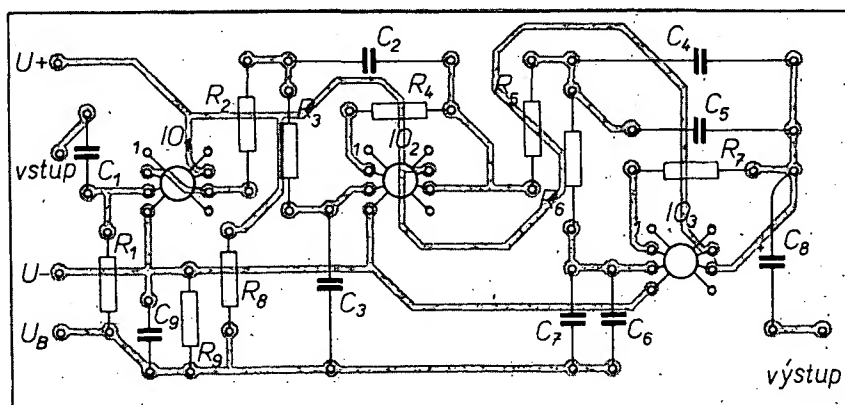
Obr. 29. Nízkofrekvenční kompresor s integrovaným obvodem A220D (ekvivalent k obvodu TDA1002 pro kazetové magnetofony)

Nízkofrekvenční kompresor

V časopisu Funkamateur byl popsán transceiver L. Fischera, Y21RE, pro pásmo 10 m. Součástí přístroje je i zajímavý a jednoduchý nf kompresor s integrovaným obvodem výroby NDR, A202D (ekvivalent TDA1002).



Obr. 30. Nízkofrekvenční aktivní filtr pro přijímače KV s operačními zesilovači typu 741



Obr. 31. Uspořádání součástek na desce s plošnými spoji (označení součástek odpovídá značení součástek v původním článku), deska O209

Integrovaný obvod TDA1002, původně určený pro kazetové magnetofony, se autorem velmi osvědčil jako kompresor dynamiky – ověřené zapojení je na obr. 29.

Odporovým trimrem R_2 lze nastavit zesílení a tím i stupeň komprese. Ve většině případů postačí jako R_2 (500 Ω) odporový trimr 200 Ω . Doba nasazení regulace závisí na prvcích, připojených k vývodu 12 integrovaného obvodu, doba ukončení regulace na prvcích zapojených k vývodu 11. Mění-li se napětí na vstupu kompresoru o 30 dB, je změna výstupního napětí z kompresoru maximálně 3 dB.

V zařízení je třeba kompresor uzavřít do stínícího krytu.

Funkamateur č. 3/1980

Šumový a interferenční filtr pro přijímače KV

Většina komunikačních přijímačů pro příjem signálů na krátkých vlnách používá šířku přijímaného pásma asi v mezích 330 až 3000 Hz; spokojí-li se posluchač s částečným zkreslením přijímaného hlasu, lze použít i šířku pásma od asi 500 do 2000 Hz. Běžné přijímače pro příjem na KV mají šířku pásma

podstatně větší, reprodukce je pak sice „věrnější“, avšak je doprovázena značným šumem (při slabých signálech) a poruchami. Přijímače s velkou šířkou pásma lze upravit pro příjem na amatérských pásmech dvěma způsoby: rekonstrukcí v části (což je vždy velmi složité), nebo nř části. Při rekonstrukci v části je obvykle třeba zlepšit selektivitu přijímače – téměř shodného výsledku lze však dosáhnout nízkofrekvenčním filtrem, zapojeným na výstupu nř zesilovače. Tento druhý způsob má kromě jiného i tu výhodu, že vlastně není třeba vůbec zasahovat do konstrukce přijímače, filtr může být odpojitelný a popř. umístěn i vně skřínky přijímače.

Filtr je v zásadě možno řešit jako aktivní nebo pasivní. Pasivní filtr by však vyžadoval ještě úpravu nř zesílení, proto autor článku navrhl filtr jako aktivní dolní propust s operačními zesilovači, které jsou téměř ideálními stavebními prvky pro uvedené použití. Zapojení filtru je na obr. 30a. Filtr propouští signály do kmitočtu 3000 Hz, na kmitočtu 3500 Hz má útlum 13 dB, na 4000 Hz více než 20 dB. Filtr byl navržen jako VCVS, voltage-controlled voltage source, napětově řízený zdroj napětí.

Vstupní zesilovač filtru má velkou vstupní impedanci a je osazen operačním zesilovačem typu 741. Z jeho výstupu je buzen čtyřpólový aktivní filtr s IO_2 a IO_3 (také operační zesilovače typu 741). Vlastní filtr byl navržen tak, aby odpory R_2 , R_3 , R_6 a R_5 byly stejné – to proto, že když se změní podle požadovaného mezního kmitočtu filtru hodnota všech čtyř těchto odporů, nemá to vliv na strmost charakteristiky filtru. Odpory podle požadovaného mezního kmitočtu lze určit ze vztahu

$$R = \frac{168\,000}{f}$$

kde f je požadovaný mezní kmitočet v kHz.

Všechny prvky filtru, které určují mezní kmitočet, by měly mít toleranci alespoň 5 %. Jde o odpory R_2 , R_3 , R_5 , R_6 a kondenzátory C_1 až C_7 .

Filtr lze napájet buď ze zdroje souměrného nebo nesouměrného napětí. Při napájení ze zdroje souměrného napětí ± 3 až ± 15 V není třeba používat R_8 , R_9 a C_8 . Při napájení ze zdroje nesouměrného napětí lze použít zdroj 6 až 30 V, odpory R_8 a R_9 je třeba vybrat tak, aby v místě jejich spojení byla přesně polovina napájecího napětí.

Filtr byl zkonstruován na desce s plošnými spoji podle obr. 31.

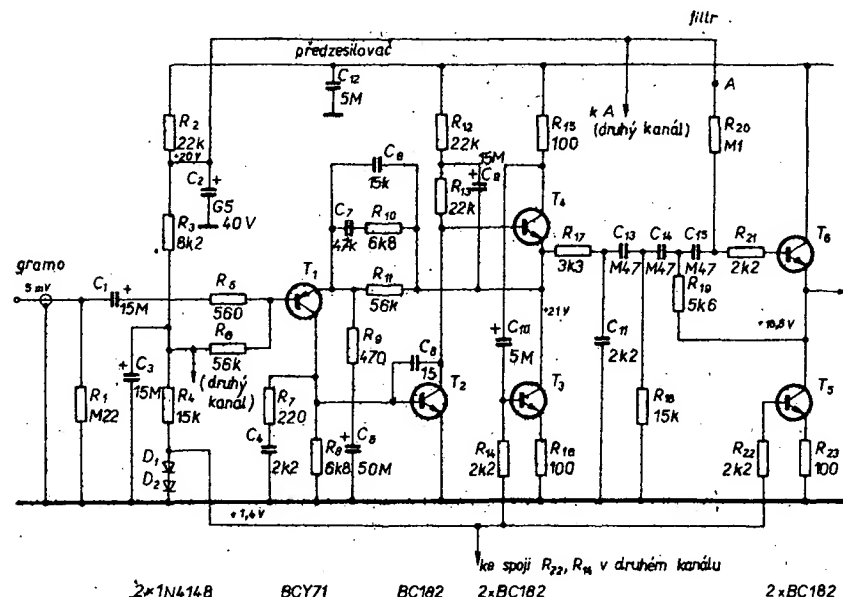
Ještě k použití filtru: lze ho zařadit mezi detektor a vstup nř zesilovače, na výstup přijímače a použít výstup filtru jako zdroj signálu pro sluchátka s velkou impedancí, mezi mikrofon a vstup nř zesilovače před modulátorem vysílače atd.

Electronic experimenter's handbook 1976

Velmi jakostní nř stereofonní předzesilovač

V časopisu *Wireless World* popsál v roce 1976 (č. 11, listopad) D. Self předzesilovač „bez kompromisů“. Předzesilovač využíval velkého napájecího napětí a zvláštní tranzistory. Během doby však stejný autor vyvinul s běžnými tranzistory zesilovač podobných vlastností, jaké měl původní zesilovač, a přidal navíc aktivní regulátor zesílení – schéma tohoto zesilovače je na obr. 32.

Obr. 32. Předzesilovač s aktivním regulátorem hlasitosti. Tranzistory nelze jednoduše nahradit našimi výrobky (např. KC509), neboť ty nejsou určeny pro tak velké napájecí napětí. Tranzistor T_1 je vodivostí p-n-p, aby se dosáhlo co nejlepších šumových vlastností předzesilovače



Technické údaje předzesilovače

Vstupní citlivost (pro výstup 500 mV):

gramo 5 mV/47 kΩ,
linka 1, 2 100 mV/20 kΩ,
linka 3 500 mV/100 kΩ.

Přebuzení vstupu gramo:

1,1 V při 1 kHz,
3,8 V při 10 kHz.

Výstupy: pro výkonový zesilovač 500 mV/100 Ω,
pro záznam na magnetofon 50 mV/1 kΩ.

Maximální výstupní signál: 8,5 V.

Kmitočtová charakteristika: vstup gramo (RIAA) 20 Hz až 20 kHz, 1 dB,
100 Hz až 20 kHz, $\pm 0,5$ dB;
ostatní vstupy $+0$ až -5 dB pro 20 Hz až 20 kHz.

Celkové harmonické zkreslení: vstup gramo – výstup pro výkonový zesilovač, 1 kHz, lepší než 0,100 % pro výstupní napětí 8 V, lepší než 0,005 % pro výstupní napětí 5 V, pro běžnou úroveň 500 mV ještě mnohem menší.

Šum: vstup gramo – lepší než 68 dB pod 5 mV,
ostatní vstupy – lepší než -75 dBm pro plný zisk,
zbytkový – lepší než -90 dBm pro nulový zisk.

Regulace barvy zvuku: hloubky ± 14 dB na 50 Hz,
výšky ± 10 dB na 10 kHz.

Odběr proudu: asi 78 mA jeden kanál (při napájecím napětí 38 V).

Stručný popis činnosti

Předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku byl navržen, vzhledem k požadavku co největšího přebuzení, s velmi malým zesílením. Protože určité zesílení na 1 kHz vyžaduje pro dodržení charakteristiky RIAA o 19,3 dB menší zesílení na kmitočtu 20 kHz, měl autor problémy s přenosovou kmitočtovou charakteristikou na horním konci nř pásma. Proto je za vlastní předzesilovač pro přenosku přidán ještě filtr, dolní propust, která má útlum 3 dB na 22 kHz. Takto autor dosáhl toho, že amplitudová i fázová charakteristika předzesilovače odpovídá přesně křivce RIAA.

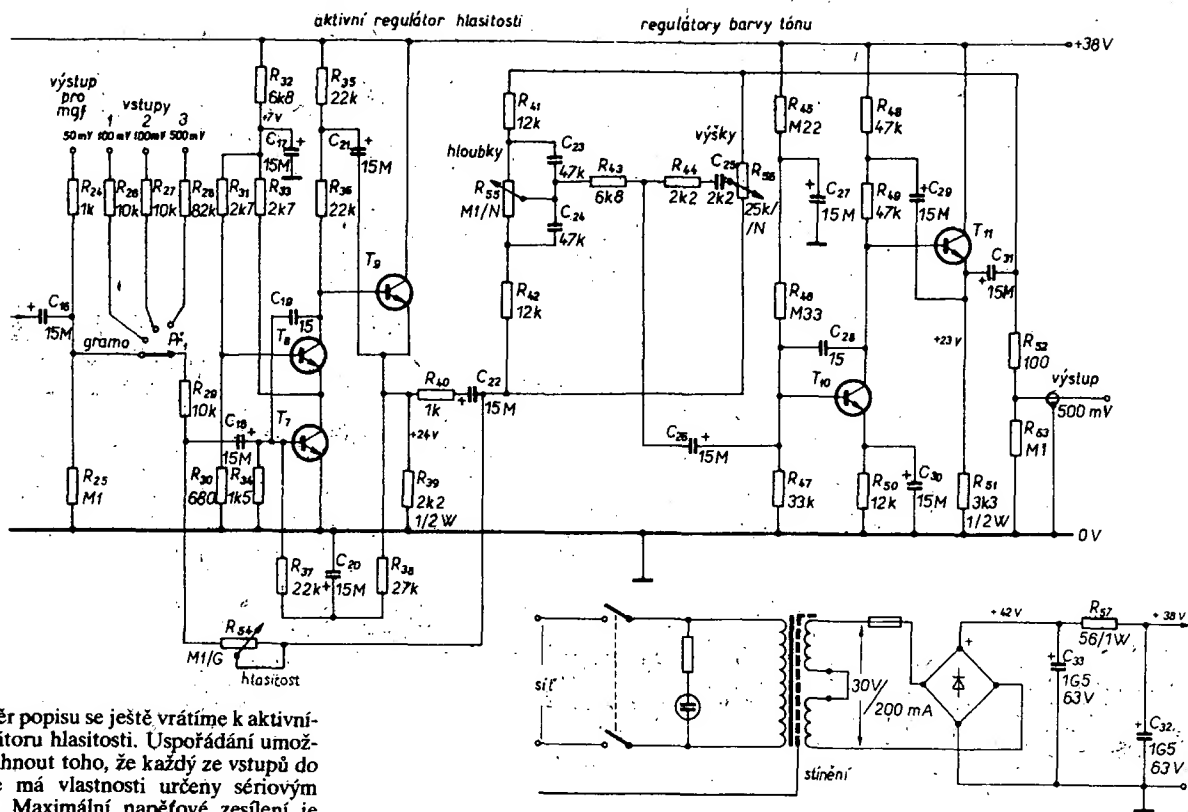
Všechna stejnosměrná předpětí pro předzesilovač jsou určena odporovými děliči

s R_2 , R_3 , R_4 , D_1 , D_2 . Tranzistory T_3 a T_1 jsou „izolovány“ od předpětí rozváděcí linky odpory R_{14} , popř. R_{22} , aby bylo zjednodušeno hledání a opravování závad předzesilovače.

Správný průběh charakteristiky vzhledem ke křivce RIAA zabezpečují odpory R_{10} , R_{11} a kondenzátory C_6 a C_7 ve větvi záporné zpětné vazby. Člen R_7 , C_4 slouží k zabezpečení vř stability obvodů. Odpor R_{17} a kondenzátor C_{11} tvoří článek, filtrem se upravuje průběh charakteristiky RIAA v její nejnižší oktávě. Za tímto filtrem následuje podzvukový filtr, konstruovaný jako třípólový Butterworthův filtr se směrnicí 18 dB na oktávu. Jednotkové zesílení filtru je zabezpečeno tranzistorem T_2 a T_6 , které jsou zapojeny jako emitorový sledovač se zdrojem proudu. Zapojení bylo zvoleno pro svoji vynikající linearitu. Na výstupu je pak při vstupním napětí 5 mV (z přenosky) napětí asi 50 mV, které je pak k dispozici buď pro další zesílení, nebo k záznamu na magnetofon. Odpor R_{24} zabráňuje zničení tranzistoru T_6 , je-li výstup pro nahrávání na magnetofon zkratován na zem. Odpor R_{23} zabezpečuje stejnosměrné napětí 0 V na výstupu předzesilovače; potlačuje též kliky při přepínání.

Předzesilovač má vynikající přebuditelnost (viz technické údaje) a současně při úrovních, odpovídajících praktickému provozu, téměř neměřitelné celkové harmonické zkreslení (vždy lepší než 0,004 % v celém kmitočtovém pásmu 1 kHz až 10 kHz). Přesnost charakteristiky RIAA je určena přesností (tolerancí) součástek členů RC. Jsou-li použity součástky s tolerancí ± 5 %, odchylky od charakteristiky RIAA mohou být až $\pm 0,5$ dB v pásmu 1 kHz až 15 kHz, a až ± 1 dB v pásmu 20 Hz až 20 kHz. Poměr signál/šum pro vstupní napětí 5 mV/1 kHz je lepší než 68 dB.

Za předzesilovačem pro přenosku následuje aktivní regulátor hlasitosti a běžný Baxandallův korektor barvy tónu. Tranzistor T_{10} má značné zesílení díky své kolektorové zátěži. Tranzistor T_{11} pracuje jako emitorový sledovač, který převádí velkou impedanci kolektorového obvodu předchozího tranzistoru na malou výstupní impedanci. Výstupní signál se odebírá přes odpor R_{22} , který chrání výstup proti zkrátům. Protože je výstupní impedance malá, může být výkonový zesilovač navázán v podstatě libovolně dlouhým kabelem, aniž by došlo k úbytku signálů vysokých kmitočtů.

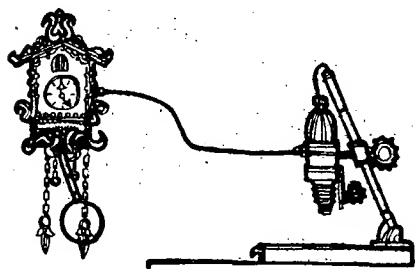


Na závěr popisu se ještě vrátíme k aktivnímu regulátoru hlasitosti. Uspořádání umožňuje dosáhnout toho, že každý ze vstupů do zesilovače má vlastnosti určené sériovým odporem. Maximální napěťové zesílení je dáno poměrem zpětnovazebního odporu ke vstupnímu odporu a je maximálně 20 dB, má-li regulátor hlasitosti maximální odpor (100 kΩ). Tohoto zesílení se využívá pouze v poloze „gramo“ přepínače vstupů. Nejcitlivější linkový vstup je určen pro vstupní napětí 100 mV, nejméně citlivý pro vstupní napětí 500 mV (zesilovač má pak jednotkový zisk). Jako linkové vstupy lze použít vstupy s jakoukoli požadovanou citlivostí v mezích 100 až 500 mV, je jen třeba vhodně navrhnout sériové odpory.

K aktivnímu regulátoru hlasitosti patří především tranzistory T_1 a T_8 , zapojené jako kaskádový zesilovač napětí s „bootstrapovanou“ kolektorovou zátěží a T_9 jako běžný emitorový sledovač. Stejněměrné pracovní podmínky jsou určeny zápornou zpětnou vazbou přes odpory R_{37} a R_{38} . Střídavá zpětná vazba je vedena přes regulátor hlasitosti. Dobrá linearita obvodu se dosáhlo i proudovou injekcí přes odpor R_{33} do tranzistoru T_7 . Odpor R_{40} zabraňuje vř. nestabilitám, je-li regulátor hlasitosti nastaven na nulové zesílení.

Při konstrukci doporučuje autor co nejkratší přívody k regulátoru hlasitosti, napájecí zdroj jednoduché koncepce s výstupním napětím 38 V, ze zapojení lze např. vypustit celou část s regulátory barvy zvuku – výstupní signál je pak možné odebírat z místa spojení R_{34} , C_{22} . Protože proud, odebíraný v tomto případě předzesilovačem, bude menší, bude třeba zvětšit odpor R_{57} ve zdroji napájecího napětí, aby na kolektoru T_9 bylo vždy napětí 38 V.

Wireless World, únor 1979



Vf technika, přijímače, anténní zesilovače

Širokopásmový anténní zesilovač

Moderní křemíkové vf tranzistory mají vynikající šumové vlastnosti a lze je s výhodou použít i v anténních zesilovačích. Použije-li se v anténním zesilovači takový tranzistor, který má ještě navíc (kromě malého šumu) i velké zesílení na vysokých kmitočtech, lze anténní zesilovač navrhnout jako širokopásmový až do IV. a V. TV pásma.

Typickým zástupcem takových tranzistorů je např. BFT65 fy Siemens. Jeho mezní kmitočet je 4,5 GHz. Anténní zesilovač s dvojicí těchto tranzistorů podle obr. 33 má napěťové zesílení 10 (zisk 20 dB) v celém kmitočtovém pásmu od 1 do 1000 MHz. Zesilovač je univerzální, lze ho použít k příjmu signálů od pásma krátkých vln do V. televizního pásma.

Pokud jde o zapojení, jedná se o dva, v sérii zapojené jednoduché zesilovače, které jsou vázány kondenzátorem C_3 . Napájecí

napětí je od střídavých signálů, jak je zvykem ve vf zesilovačích, odděleno tlumivkami L_1 a L_2 a kondenzátory C_7 a C_8 . Emitorové odpory obou tranzistorů jsou překlenuty kondenzátory 12 pF, aby bylo kompenzováno menší zesílení tranzistorů na kmitočtech nad 500 MHz.

K impedančním přizpůsobením i při vysokých kmitočtech je mezi kolektory a báze tranzistorů zapojen korekční členek, který kompenzuje vliv kmitočtové závislosti vstupních parametrů tranzistorů.

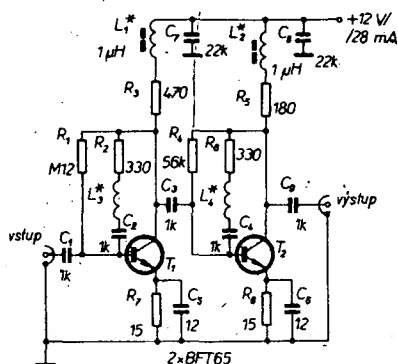
Při konstrukci je třeba dodržet zásady pro stavbu vf zesilovačů: co nejkratší spoje, co nejkratší vývody součástek a dobré stínění.

Tlumivky L_1 a L_2 mají dva závity lakovaného drátu o \varnothing 0,15 mm a jsou na dvouděrovém jádře. Cívky L_3 a L_4 jsou bez jádra, přírodní dráty odporů R_2 a R_6 jsou vytvářeny do tvaru cívky (asi 3 závity na průměru 2,5 mm). Jako kondenzátory jsou použity vhodné keramické typy. Celek je uzavřen do stínící krabíčky se dvěma konektory. Napájecí napětí je 12 V, odebíraná proud asi 28 mA.

Technické údaje

Kmitočtový rozsah: 1 až 1000 MHz.
Zisk zesilovače: 20 dB.
Šum: lepší než 5 dB.
Výstupní a vstupní impedance: 60 Ω.
Maximální výstupní napětí: 130 mV.

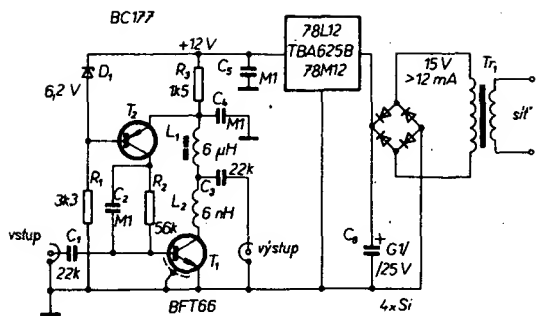
Podle podkladů Siemens



Obr. 33. Anténní zesilovač pro pásmo 1 až 1000 MHz se ziskem 20 dB

Anténní zesilovač pro pásmo VKV

I když je naprosto správné rozšířené mínění, že nejlepším anténním zesilovačem je co nejvýše umístěná anténa, vybavená popř. anténním rotátorem, jsou případy, kdy se bez



Obr. 34. Anténní zesilovač pro pásmo VKV (zisk 22 dB, šum 1,6 dB, kmitočtový rozsah 1 až 300 MHz)

kání co nejvýhodnějších vlastností, především malého zkrácení. Podstatné je však i to, že zavede-li se ve vf zesilovači zpětná vazba, vznikají jen malé ztráty při zpracování signálu, především při vazbě transformátorové. S transformátorem lze dosáhnout velmi dobrého přizpůsobení při malém šumovém čísle.

dobrého anténního zesilovače nelze obejít. Je to především tehdy, potřebujeme-li hradit ztráty signálu v dlouhém přívodním kabelu od antény, nebo nemáme-li možnost umístit anténu na optimální místo atd.

Dobrá anténní zesilovač by měl mít co největší zesílení při co nejmenším šumu. Zesilovač na obr. 34 splňuje všechny nároky, kladené na anténní zesilovače: má velmi malý šum, velké zesílení a je přitom dostatečně stabilní.

Zesilovač je jednostupňový, jako zesilující prvek se v něm používá tranzistor BFT66, což je širokopásmový zesilující moderní tranzistor s velmi malým vlastním šumem. Jeho pracovní bod je stabilizován tranzistorem T₂, který pracuje jako zdroj konstantního proudu.

Cívka L₂ lze zhotovit velmi snadno: na trn o Ø 5 mm je navinuto asi 5 až 6 závitů lakovaného drátu o Ø 0,25 mm. Závitů jsou rovnoměrně roztaženy tak, aby celková délka cívky byla 10 mm.

Cívka L₁ musí mít indukčnost v mezích 5,6 až 6,8 µH. Bližší údaje o vinutí nejsou v originálním prameni uvedeny.

Při stavbě zesilovače platí stejné zásady, jaké byly uvedeny při popisu předchozího anténního zesilovače, především co nejkratší spoje, co nejkratší vývody součástek atd. Zesilovač lze umístit do stíněné krabíčky a krabíčku připevnit co nejbližší k anténě. Napájecí napětí je 12 V, odběr proudu asi 4 mA.

Technické údaje

Kmitočtový rozsah: 1 až 300 MHz.

Zisk: 22 dB.

Šum: 1,6 dB.

Vstupní a výstupní impedance: 60 Ω (souosý kabel).

Podle podkladů Siemens

Jednoduchý přijímač pro pásmo 70 až 150 MHz

Přijímač na obr. 35 je konstruován velmi jednoduchým způsobem; jednoduchost je ovšem zaplácena jakostí – v žádném případě nelze očekávat příjem v jakosti Hi-Fi. Vzhledem ke své jednoduchosti je však vhodný pro nejrůznější experimenty při příjmu televizního zvukového doprovodu, při příjmu v pásmu VKV (CCIR i OIRT) a v amatérském pásmu 145 MHz.

Anténní signál je zesilován aperiodickým zesilovacím stupněm s tranzistorem T₁; tento stupeň též omezuje zpětné vyzařování oscilátoru do antény. Zpětné vyzařování je potlačeno i feritovou „perlou“ v kolektorovém přívodu T₁. Superregenerační přijímač je osazen tranzistorem T₂, ladí se kondenzátorem C₂. Cívka L₁ má 4 závitů postřibřeného drátu o Ø 1 mm s odbočkou na 1. závit

Obr. 35. Jednoduchý přijímač pro signály v pásmu 70 až 150 MHz

a feritové jádro o Ø 8 mm. Nebude-li při uvádění do chodu vyhovovat horní hranice příjmu, lze vyššího přijímaného kmitočtu dosáhnout zvětšením počtu závitů L₁.

Vysokofrekvenční tlumivka T₁ je navinuta drátem CuL o Ø 0,1 mm o celkové délce 60 cm na tělisku odporu pro zatížení 0,5 W. Tranzistor T₁ vyrábí měnič se napájecí napětí pro T₂, čímž se uvádí tranzistor T₂ do oscilací. Kapacitní trimr C₆ je třeba nastavit tak, aby se činnost oscilátoru dala ovládat odporem R₇.

Při příjmu amplitudově modulovaných signálů se odpor R₇ nastaví tak, aby v příjmu byl co nejmenší šum, při příjmu kmitočtové modulovaných signálů nesmí šum v reprodukci zcela zmizet.

Demodulovaný signál je zesilován tranzistorem T₂ tak, že výstupní signál stačí vybudit běžný malý nf zesilovač.

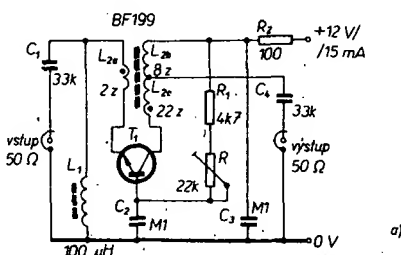
Přijímač je třeba postavit do zcela stíněné krabíčky a přívody napájecího napětí a antény vést izolačními průchodkami ve stěnách krabíčky. Při vlastní stavbě je třeba dodržovat zásadu co nejkratších spojů.

K napájení jsou třeba dvě napájecí napětí, vzhledem k tomu, že odběr proudu je velmi malý (U_{b1} např. asi 1 mA), lze přijímač snadno napájet z libovolných baterií.

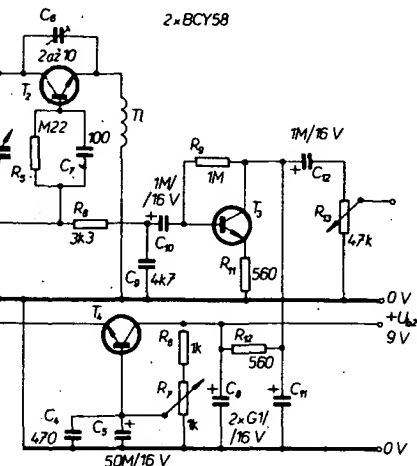
Elektron, červenec/srpen 1974

Vysokofrekvenční zesilovač s velkým rozsahem dynamiky

Stejně jako v nf zesilovačích se používá i ve vf zesilovačích zpětná vazba (záporná) k zís-



Obr. 36. Vysokofrekvenční zesilovač se zpětnou vazbou (a) a dvojitý balační modulátor (b)



Tak např. v zapojení podle obr. 36 bylo dosaženo těchto výsledků:

šifra pásma: 0,11 až 40 MHz/–3 dB,

zisk: 11 dB,

šumové číslo: 15 dB,

test dvěma signály: P_{vst} = +10 dBm (signál intermodulace 3. řádu = –40 dB v poměru k výstupnímu signálu).

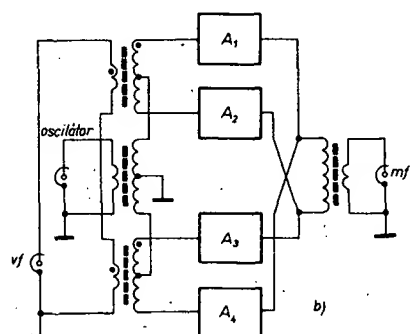
(O měření dvěma signály se pojednává např. v č. 5 „modrého“ AR z roku 1979.)

Zesilovač byl osazen tranzistorem BF199 (asi KF173). Lepších výsledků lze dosáhnout s průmyslovými typy tranzistorů, např. BFW30, BFW16, BFR94. Praktické provedení takového zesilovače je na obr. 36b. Dvojitý balační modulátor má velmi dobré elektrické vlastnosti.

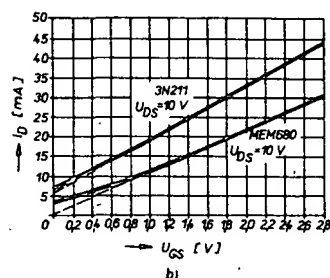
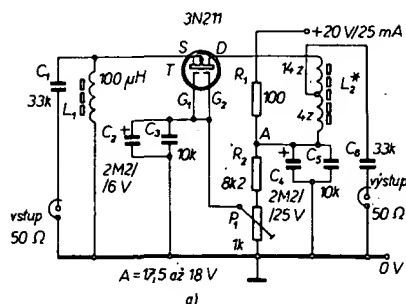
ČQ DL č. 2/78

Širokopásmový vysokofrekvenční zesilovač

Zesilovač na obr. 37a je vhodný, vzhledem k velké přebuditelnosti, např. do krátkovlnných přijímačů. Zpětná vazba u tohoto typu zesilovače není zavedena. V pracovním pásmu kmitočtů nesmí být impedance zátěže menší než jmenovitá, jinak by došlo v zesilovači k proudovému omezení, produkty vzniklé zkrácením signálu by se přenesly na vstup a byly by vyžádeny. Vysokofrekvenční zesilovač musí pracovat v lineární oblasti, pak uvedené nedostatky nemá a lze ho použít v nejrůznějších aplikacích. (V lineární oblasti



Všimneme-li si různých charakteristik (obr. 37b) tranzistoru MOSFET se dvěma řídicími elektrodami, 3N211, pak je zřejmé, že tento tranzistor, u něhož jsou řízeny stejným způsobem obě řídicí elektrody, pracuje lineárně. Laboratorní pokusy dokázaly přísnou linearitu mezi kolektorovým proudem a napětím řídicí elektrody, je-li kolektorový proud větší než 12,5 mA. V zapojení na obr. 37 je kolektorový proud 20 mA. Potenciometrem P_1 se v měřicím bodě A nastaví napětí 17,5 až 18 V. Pak jsou parametry zesilovače:



Obr. 37. Širokopásmový vf zesilovač (a) a charakteristiky tranzistoru MOSFET se dvěma řídicími elektrodami (typ 3N211)

zisk: 10 dB,
šířka pásma: 4 až 55 MHz/−3 dB,
šum: 5 dB,
intermodulace: −40 dB
(při $U_{\text{vst}} = 22 \text{ dBm/signal}$).

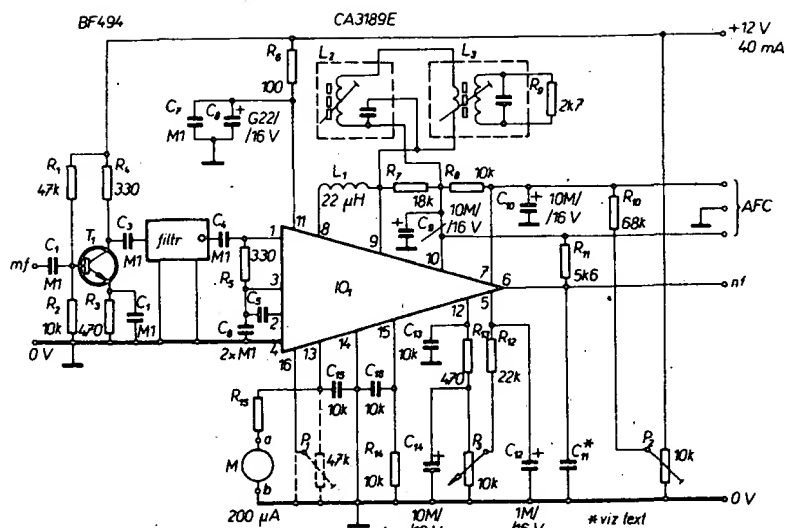
Elektor č. 92/1978

Mozkfrekvenční zesilovač pro FM

S dobrou jednotkou VKV a integrovaným obvodem CA3189E (mf zesilovač s detektorem, výrobce RCA) lze snadno zkonstruovat velmi kvalitní přijímač VKV-FM. Integrovaný obvod CA3189E je vylepšeným typem známého integrovaného obvodu CA3089E (vyřáběného i v Maďarsku). Zmenšením šířky pásma se dosáhlo při vstupním napětí 12 μ V lepšího poměru signál-šum.

Přes oddělovací stupeň s tranzistorem T_1 je mf signál přiveden přes keramický filtr na vstup IO_1 (vývod 1). Odpory R_4 a R_5 slouží k přizpůsobení filtru.

Za třístupňovým zesilovačem je zapojen demodulátor. Mf zesilovač může být doplněn obvodem automatické regulace zesílení; bod nasazení AVC lze nastavit potenciometrem P_1 . Výstupní napětí na vývodu 13 integrovaného obvodu je určeno pro S-metr (odpor R_{15} omezuje maximální výchylku ručky měřidla). Vnější součástky pro kvadranturní detektor (cívky L_1, L_2 a L_3) jsou k integrovanému obvodu připojeny přes vývody 8 až 10. Referenčním napětím ADK (AFC, vývod 10 IO₁) a napětím ADK (vývod 7 IO₁) je buzen indikátor, pomocí něhož lze přesně vyladit požadovanou stanici (při rozladění vznikne mezi napětím referenčním a ADK napěťový



Obr. 38. Mezifrekvenční zesilovač pro FM s integrovaným obvodem CA3189E (RCA)

rozdíl, který indikuje měřidlo). Pro samočinné doladění jednotky VKV je použito napětí ADK z vývodu 7 integrovaného obvodu.

Signál pro šumovou bránu je vyveden na vývod 12 IO₁. Je-li vstupní signál slabý, pak se napětí na vývodu 12 IO₁ zvětší a potlačí (přes zesilovač šumové brány, vývod 5 IO₁) ní signál. Potenciometrem P₃ se nastavuje práh sepnutí šumové brány. Aby bylo dosaženo pomalého působení tlumícího signálu na ní signál, a to jak při otevírání, tak i zavírání šumové brány, je v obvodu zařazen člen RC R₁₂, C₁₂. Deemfází tvoří také člen RC, C₁₁, R₁₁, a musí být správně zvolena pro stereofonní i monofonní signál.

Při nastavování doporučuje výrobce tento postup: naladíme jednotku VKV do místa, v němž není žádný signál. Jádrem cívk L_2 je pak třeba otáčet tak dlouho, až se na výstupu objeví maximální šum. Cívka L_3 se nastavuje tak, aby napětí mezi vývody 7 a 10 integrovaného obvodu bylo 0 V (mezi vývodem 7 a zemí je napětí asi 6 V). Potenciometrem P_2 se kompenzuje rozptyl parametrů jednotlivých kusů integrovaných obvodů.

Firemní literatura RCA

Vstupní část přijímače AM, určeného pro provoz v autě i napájeného ze sítě

Jedněmi z nejpoužívanějších tranzistorů řízených polem jsou typy BF245A, B, C – výrobce Texas Instruments. Ve velmi pěkné knize, která pod názvem Das Fet-Kochbuch („Fetová“ kuchařka) vyšla v učebním středisku fy Texas Instr. před několika roky, je velmi podrobně a srozumitelně podán výklad činnosti tranzistorů řízených polem a tento výklad je doplněn spoustou praktických zapojení, z nichž jsem pro zajímavost vybral dvě zapojení rozhlasového přijímače pro amplitudově modulované signály. V obou jsou použity výše jmenované tranzistory – pro úplnost tedy uvedu i jejich základní parametry a náhradní typy jiných výrobců, které přesně nebo téměř přesně nahrazují jak BF245A, tak BF245B a C.

Všechny čtyři typy mají C_{11SS} maximálně 6 pF, C_{12SS} maximálně 2 pF.

Obdobné typy jiných výrobků jsou: 2N5163 (Teledyne, Intersil, National, Solartron), 2N5246 (Teledyne, Intersil, National, TI), E100, E101, E102, E103 (Intersil, Siliconix), MPF102, MPF103, MPF104, MPF105 (Motorola, Intersil); BF245 lze nahradit i některými ze sovětských tranzistorů řízených polem.

Příklady zapojení tranzistorů BF245 jsou na obr. 39a a b.

Parametry vstupních obvodů přijímače na obr. 39a:

Napájecí napětí: 8 V/6,6 mA.

Maximální vstupní napětí na umělé anténě:
0,3 V/1 MHz, $m = 80 \%$.

Napětové zesílení: 200 (asi 46 dB zisk).

Řídicí rozsah: na SV (1 MHz) 50 dB,

na KV (6 MHz) 34 dB.

Potlačení „zrcadel“: 1 : 100 (asi 40 dB).

Rušivé napětí oscilátoru na řídicí elektrodě T_1 :
menší než 1 mV na SV, menší než 9 mV
na KV.

Osazení: T₁ – BF245A, B, C, T₂ – BF245B, C, T₃ – BF245A, B, C, T₄ – BF343.

*Parametry vstupních obvodů přijímače podle
obr. 39b:*

Napájecí napětí: 16 až 24 V/7 mA.

Maximální vstupní napětí: 3 V (1 MHz),
m = 90 %.

Napětové zesílení: 50 (asi 34 dB).

Řídicí rozsah: na SV (1 MHz) 50 dB,

na KV (6 MHz) 34 dB.

Potlačení „zrcadel“: 1 : 800 (asi 58 dB).

Rušivé napětí oscilátoru, měřené na řídicí elektrodě T_1 :

menší než 1 mV na SV

 $(1,46 \text{ MHz} = f_{\text{osc}}),$

menší než 9 mV na KV

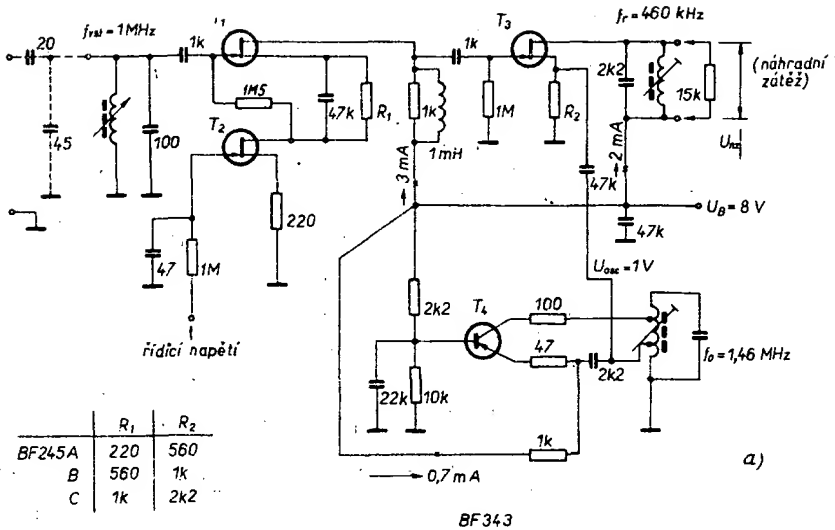
(6,46 MHz = f_{osc}).

Citlivost pro s/š = 6 dB: 4 μ V.

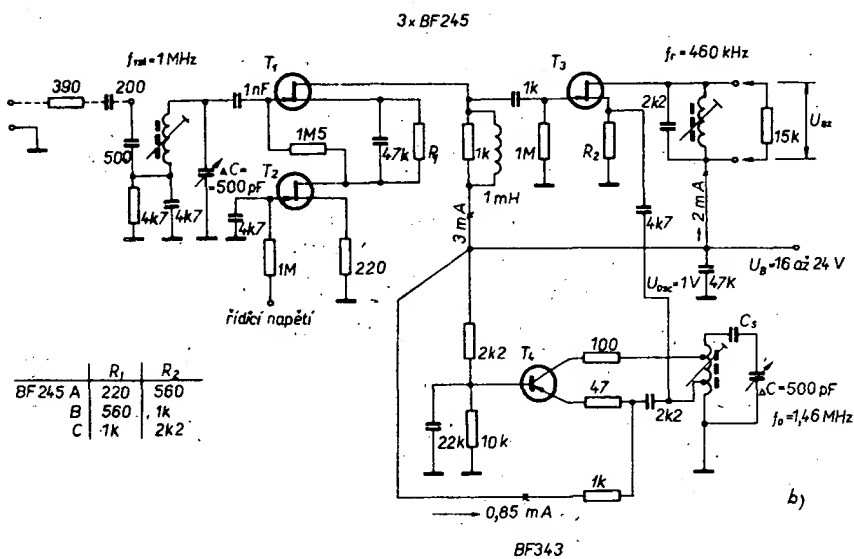
Osazení shodné jako u přijímače podle obr. 39a.

K napájení vstupního dílu se v obou případech používá stabilizované napětí, což zabezpečuje časově stálé parametry dílu. První dva tranzistory jsou zapojeny jako vf

Typ	Pouzdřo	Polarita	BU_{DG0} min. [V]	I_{GSS} max. [nA]	I_{DSS} min. [mA]	Y_{21S} min. [μS]	U_{GS} max. [V]	F_{max} [dB]
BF245	X-55	N	30	5	2	3000	7,5	2
BF245A	X-55	N	30	5	2	3000	2,2	
BF245B	X-55	N	30	5	6	3000	3,8	
BF245C	X-55	N	30	5	12	3000	7,5	



	R_1	R_2
BF245A	220	560
B	560	1k
C	1k	2k2



	R_1	R_2
BF245 A	220	560
B	560	1k
C	1k	2k2

Obr. 39. Zapojení vstupní části přijímače AM pro auta (a) a se síťovým napájením (b)

předzesilovač se dvěma FET v sérii. Horní tranzistor pracuje v zapojení se společnou elektrodou S. Na jeho řídicí elektrodu se přivádí signál ze vstupu (z antény). V přívodu k elektrodě S tranzistoru T_1 je kondenzátorem přeměštěný odpor ke stabilizaci stejnosměrného proudu elektrodou D. V přívodu k elektrodě S je však zapojen i přechod elektroda D-elektroda S tranzistoru T_2 , který slouží jako řízený zpětnovazební odpor k ří-

zení zesílení T_1 . Dynamický odpor dráhy elektroda D-elektroda S je reciprokou hodnotou strmosti výstupních charakteristik $I_D = f(U_{DS})$. Charakteristiku lze podle požadavků upravovat předpětím řídicí elektrody.

Tranzistor T_3 je zapojen jako aditivní směšovač v zapojení se společnou elektrodou S. Výstup ze směšovače je přiveden na první mf pásmovou propust. Směšovací strmost je

asi 1,2 mS, napětové zesílení směšovacího stupně (řídící elektroda-primární cívka pásmové propusti) je úměrné vnějšímu odporu R_D . Odpor R_D je tím větší, čím větší je jakost cívky a čím větší je poměr L/C laděného obvodu. Optimální napětí oscilátoru je 1 V.

*Das FET-Kochbuch, Learning Center TI,
Freising*

Číslicová technika

Časové základny pro elektronické hodiny

Elektronické hodiny z hlediska jejich časové základny lze v zásadě rozdělit na dvě skupiny: na hodiny řízené krystalem, a na hodiny řízené kmitočtem sítě. Přesnost hodin s krystalem je dána pouze stabilitou kmitočtu krystalu (a samozřejmě nastavením, je-li nutné), přesnost hodin řízených kmitočtem sítě je závislá na kmitočtu sítě. Vzhledem k tomu, že kmitočty sítě u nás během dne silně kolísají a vzhledem k tomu, že je zřídka kdy jmenovitý (tj. 50 Hz), je přesnost hodin, řízených síťovým kmitočtem horší, než běžných mechanických hodin.

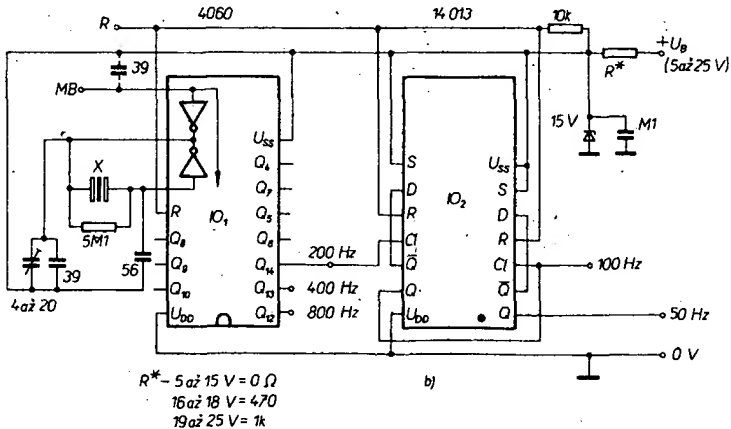
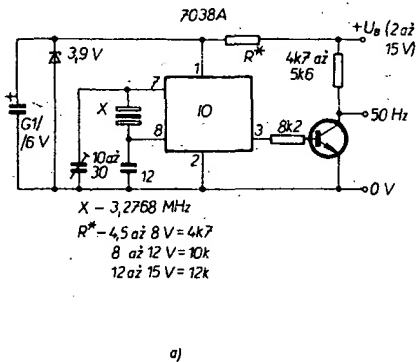
Elektronické hodiny řízené sítí lze však celkem snadno upravit tak, aby byla jejich činnost uspokojivá – používají se k tomu integrované děličky, které dělí kmitočet použitého krystalu na 50, popř. 1 Hz – tímto signálem se pak řídí hodiny.

Typickým příkladem hodin, u nichž se kmitočet krystalu dělí na 1 Hz, byly hodiny, uveřejněné před časem v Příloze AR (krystal o kmitočtu 1 MHz, jako děličky MH7490). Mnohem jednodušší a méně náročné na potřebný prostor jsou integrované děličky, využívající krystalu 3,2768 MHz, na jejichž výstupech je obvykle k dispozici několik různých signálů (např. kromě 50 Hz i 100, 200, 400 Hz nebo i jiné), které lze využít např. jako zvukového signálu pro budík atd.

Jednou z neznámějších integrovaných děliček tohoto druhu je obvod COS/MOS typovaného označení ICM7038A. Jde o osmivývodový integrovaný obvod v pouzdře DIP, jehož zapojení je na obr. 40a. Integrovaný obvod obsahuje šestnáctistupňovou děličku, s celkovým dělicím poměrem 1 : 65536. Kmitočet krystalu 3,2768 MHz je tedy dělen 65536 a na výstupu je signál o kmitočtu 50 Hz. Zapojení je pro různá napájecí napětí upraveno tak, že pouhou výměnou jediné odporu lze použít napětí v mezích 4,5 až 15 V. Při napájecím napětí v mezích 4,5 až 8 V je odpor 4,7 kΩ,

8 až 12 V	10 kΩ,
12 až 15 V	12 kΩ.

Naprázdnó je spotřeba děličky typicky 270 μ W. Vlastní napájecí napětí pro obvod je stabilizováno Zenerovou diodou se Zenerovým napětím 3,9 V. Kmitočet výstupního



Obr. 40. Časové základny pro elektronické hodiny s obvodem COS/MOS typu 7038A (a)
a s obvody MOS typu 4060 a 14013

signálu se na 50 Hz nastavuje kapacitním trimrem 10 až 30 pF (přesnost kmitočtu závisí samozřejmě i na stálosti kapacity trimru s teplotou atd., nejvhodnější je skleněný trimr). Celé zapojení lze umístit na desku s plošnými spoji o rozměrech 20 × 58 × 23 mm, takže se jistě bez problémů vejde do libovolných elektronických hodin.

Jiné zapojení tohoto druhu využívá integrovaných obvodů MOS typu 4060 a 14013 (obr. 40b). Oscilátor obvodu je řízen krystalem stejného kmitočtu jako v předchozím případě. Výstupní signál je 50 Hz, signály ostatních kmitočtů (100, 200, 400 a 800 Hz) lze po zesílení tranzistorem (tranzistor je zapojen shodně jako v obr. 40a) použít jako signál budíku atd.

Výstupní signál 50 Hz lze použít jako vstupní signál pro libovolné hodiny, např. pro hodiny s obvodem (s obvody MOS) do napájecího napětí 25 V, pro hodiny s obvody TTL s malou spotřebou nebo Schottkyho obvody TTL s malou spotřebou. Běžné hodiny se základní řadou obvodů TTL lze připojit jen přes zesilovací tranzistor (zapojení na obr. 40a).

Dělička může pracovat i při napájení z nestabilizovaného zdroje napětí, napájecí napětí však nesmí překročit 15 V. Pro různá napájecí napětí je třeba použít různý odpor na vstupu napájení: při napájecím napětí 5 až 15 V je odpor 0 Ω, 18 až 18 V 470 Ω, 19 až 25 V 1 kΩ.

Základní technické údaje:

rozsah napájecího napětí: 8 až 25 V (typicky 5 až 25 V), přesnost: zaručovaná ±4 s/měsíc (typicky ±2 s/měsíc), odběr proudu: při napájecím napětí 15 V asi 1,5 mA.

Kmitočet oscilátoru se přesně nastavuje kondenzátorovým trimrem s kapacitou 4 až 20 pF. Čítač se při nastavování připojí do měřícího bodu (vývod 9 IO).

Z firemních podkladů

Doplnění elektronických hodin o budík

Doplňek elektronických hodin na obr. 41 je konstruován tak, že pracuje jako budík, jehož činnost je řízena výstupními impulsy čítače desítek minut číselných hodin. Doba buzení lze tedy nastavit libovolně v desetiminutových „odstupech“ a to přepínači P_1 – desítky minut, P_2 – jednotky hodin a P_3 – desítky hodin.

V nastaveném čase se ozve budicí signál, který zní po dobu 10 min. Lze ho ovšem také kdykoli zrušit stlačením tlačítka.

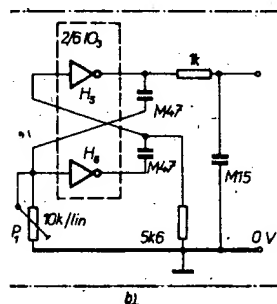
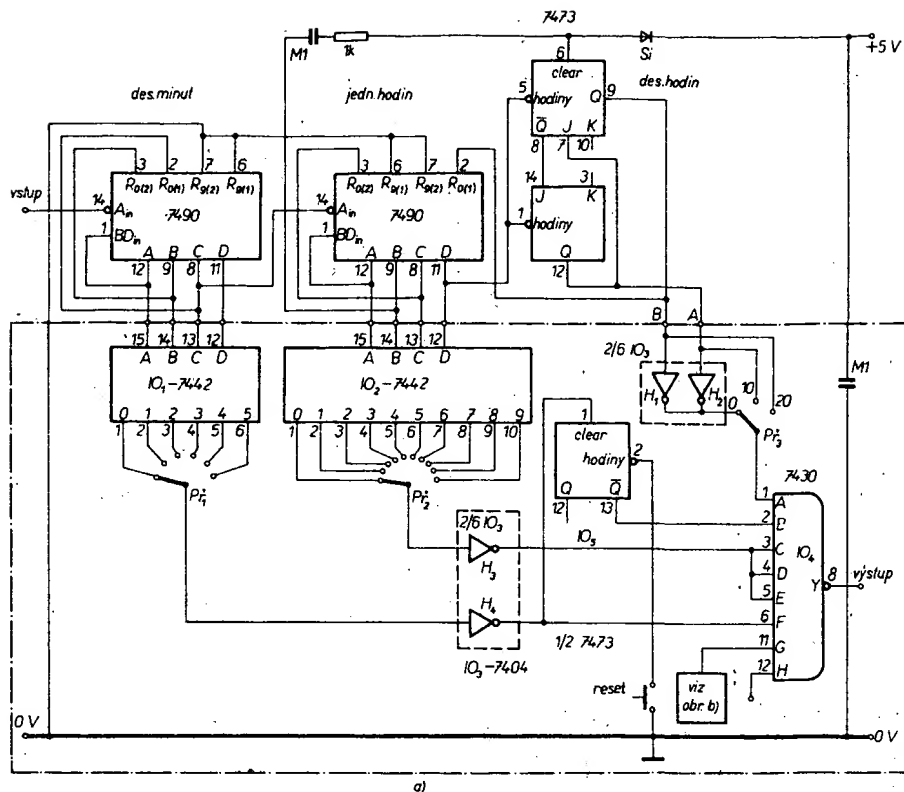
Vstupní signál budíku je dvěma desítkovými čítači a dvěma klopnými obvody vydělen tak, aby se dosáhlo dvacetičtyřhodinového cyklu. Stav čítačů je dekodován dekodérem 7442 a dekodovaný signál se přivádí na kontakty spínače. Na výstupu zapojení se objeví díky integrovanému obvodu 7430 signál však pouze tehdy, bude-li na všech osmi vstupech obvodu úroveň log. 1. Tato úroveň bude na vstupech tehdy, bude-li nastavení přepínače (doba buzení) shodná se stavem čítačů číselných hodin.

Budicí signál vyrábí jednoduchý generátor (obr. 41b). Osmý vývod IO₄ lze spojit s tím místem číselných hodin, v němž je signál o kmitočtu 1 Hz. Potom místo nepřetržitého tónu dostaneme budicí tón, znějící v jednosekundových intervalech.

Elektron. č. 94/76

Hexadecimální displej

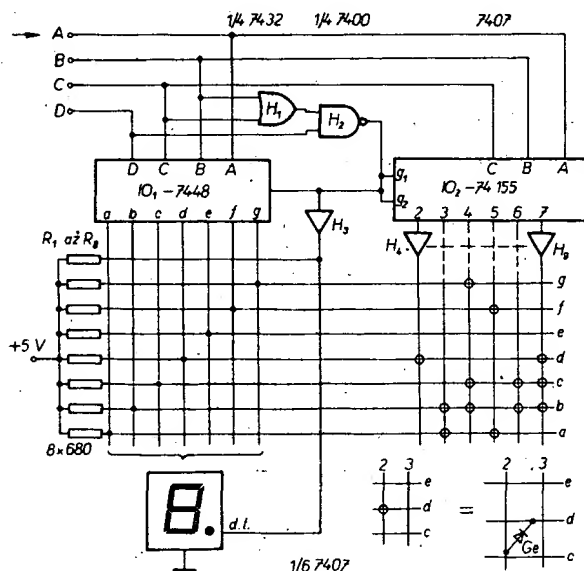
V mikroprocesorových systémech jsou data a adresy přenášeny v hexadecimálním kódu. Aby bylo možno tyto informace číst, musí se k zařízení připojit alfanumerický displej s příslušným dekodérem. Takový displej je však dosud stále relativně velmi drahý.



Obr. 41. Doplněk číselných hodin – budík

Další možností je použít sedmsegmentový displej, řízený software. Tím však se ztrácí část kapacity systému, určená k jiným účelům. Východiskem je možnost použít sice sedmsegmentový displej, avšak řízený přímo hexadecimálním/sedmsegmentovým dekodérem.

Uspořádání je možné např. podle obr. 42,



Obr. 42. Hexadecimální displej

kde je zapojení BCD/sedmsegmentového dekodéru (IO₁, 7448), který je použit k dekodování pěti čísel pomocí matice. Na vstupy ABCD je přiveden hexadecimální čtyřbitový signál, který rozsvěcí odpovídající čísla na displeji. Dekodér je určen pro displeje se společnou katodou.

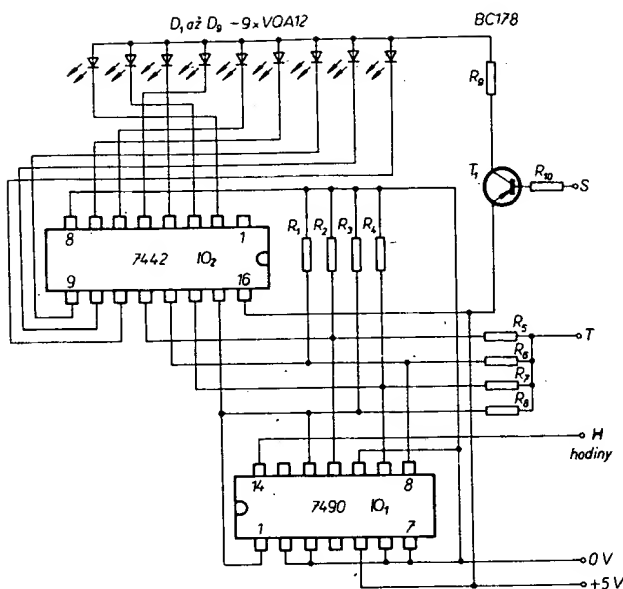
Elektron. č. 92/1978

Analogové digitální převodník

Analogové digitální převodníky patří mezi ta „kritická“ zapojení v číslicové technice, která kromě speciálních součástek vyžadují obvykle i velmi pečlivé nastavení. Analogové digitální převodník na obr. 43 (zkráceně převodník A/D) pracuje na principu delta-sigma, nevyžaduje žádné speciální součástky a jeho přesnost je závislá jen na stabilitě vnějšího referenčního napětí. Integrované obvody IO₁ a IO₂ a oba spínače CMOS (S₁ a S₂) tvoří tzv. delta-sigma, nebo též krátce delta modulátor.

Stručně jeho činnost: v závislosti na napětí na vstupu D klopného obvodu KO₁ je inver-





Obr. 45. Zjednodušení obvodů při použití integrovaných obvodů se střední hustotou integrace

výstupu hradla H_1 se změni úroveň na log. 1, spustí se generátor hodinového signálu a čítač začne čítat. Na výstupu hradla H_2 bude úroveň log. 0, dioda LED zhasne. Napětí schodovitěho průběhu se opět zvětší na maximum a děj se bude opakovat.

Jas diody LED závisí tedy na tom, jak dlouho je čítač v klidovém stavu. Proměnným odporem R_6 je možno tuto „dotazovací“ dobu nastavit a měnit tím jas svítivých diod. Střední proud diodou LED je určen vztahem

$$I_F = \frac{(U_{OH} - U_{OL} - U_{FLD}) t_m}{R_{17(18)} [t_m + T_1(n-1)]}$$

kde U_{OH} a U_{OL} jsou napětí řídicího hradla při úrovních log. 0 a log. 1,

U_{FLD} je napětí diody LED v propustném směru,

n je počet obvodů v čítači a

t_m je doba přepnutí monostabilního spoušťového obvodu.

Dobu t_m lze určit ze vztahu

$$t_m = (R_6 + R_7) C_1$$

by měly mít pokud možno stejnou výšku. Přitom je třeba poznamenat, že absolutní hodnota odporů nemá vliv na činnost, podstatná je pouze nutnost dodržet binární odstupňování jejich hodnot.

Aby při různých odporech R_9 až R_{11} byla výstupní napětí z klopných obvodů shodná, je nutné na jejich výstupy připojit odpory R_{14} až R_{16} .

Je-li na neinverující vstup operačního zesilovače, zapojeného jako komparátor, napětí kolem 0 V, je napětí schodovitěho průběhu kladné a větší než 100 mV. Protože je napětí schodovitěho průběhu připojeno na inverující vstup IO_1 , musí být výstupní napětí operačního zesilovače -15 V. Odpor R_5 a diody D_1 a D_2 omezují toto výstupní napětí na asi 5,7 V, případně na -0,7 V na katodě diody D_2 . Tranzistor T_2 spolu s hradly H_1 a H_2 tvoří spoušťový obvod s malou hystezí, který je zapojen jako monostabilní klopný obvod. Do té doby, dokud je na katodě D_2 napětí -0,7 V, teče odpor R_6 a R_7 proud do báze tranzistoru T_1 a spoušťový obvod je sepnut. Na výstupu hradla H_1 je úroveň log. 1, je v činnosti generátor hodinových impulsů a na vodiči T je neustále napětí schodovitěho průběhu. Protože je však na výstupu hradla H_2 úroveň log. 0, je „displej“ zatemněn, nesvítí žádná ze svítivých diod.

Je-li na inverující vstup IO_1 přivedeno kladné napětí, např. 1,2 V, pak bude na výstupu operačního zesilovače kladné napětí asi 15 V a napětí schodovitěho průběhu se zmenší z maximální velikosti na stanovenou velikost. Napětí na katodě D_2 se zvětší na

+5,7 V. V době, v níž během periody hodinového signálu je v nule, se nabíjí kondenzátor C_1 . Nabíjecí proud teče přes odpor R_5 do báze T_1 . Stav spoušťového obvodu se však nemění, ten zůstává stále v sepnutém stavu. Svítivé diody stále nesvítí, generátor hodinových impulsů vyrábí taktovací impulsy a na inverující vstup komparátoru je napětí schodovitěho průběhu. Výstupní napětí IO_1 se nezmění do té doby, dokud je napětí schodovitěho průběhu menší než napětí na neinverující vstup operačního zesilovače. V tom okamžiku, kdy se napětí schodovitěho průběhu zvětší nad úroveň napětí na inverující vstup, změní se skokem výstupní napětí operačního zesilovače z velkého kladného napětí na velké záporné napětí. Tím se však nabíjí kondenzátor C_1 připojí paralelně ke vstupu spoušťového obvodu, takže napětí na bázi T_1 bude záporné, tranzistor T_1 se uzavře a hradla H_1 a H_2 změní svůj stav. Na výstupu hradla H_1 bude úroveň log. 0 a ta zablokuje činnost generátoru hodinových impulsů, na jehož výstupu je pak úroveň log. 1.

Čítač nedostává v tomto případě hodinové impulsy a zůstává proto ve stavu, v jakém byl, když se přepnul komparátor. Výstup hradla je na úrovni log. 1, a proto se rozsvítí příslušná dioda LED. Doba rozsvícení diody LED je závislá na době nabíjení kondenzátoru C_1 . Nabíjecí proud teče přes odpory R_6 a R_7 tak dlouho, dokud se napětí na bázi tranzistoru T_1 nezmění ze záporného na kladné, které je třeba pro sepnutí spoušťového obvodu. Pak se otevře tranzistor T_1 , na

V zapojení podle obr. 44 je kmitočet generátoru hodinových impulsů asi 1,2 kHz. Proměnným odporem R_6 lze měnit dobu t_m v mezích asi 4,5 ms až 14 ms.

Integrované obvody se střední hustotou integrace (MSI) mohou podstatně zjednodušit obvod, který řídí rozsvícení diod LED. Příklad zapojení je na obr. 45. Impulsy z generátoru hodinového signálu jsou čítány čítačem IO_1 . Na jeho výstupu jsou zapojeny čtyři odpory (např. 60, 30, 15 a 7,5 kΩ), které vytvoří sedm stupňů. Signál se dekoduje dekodérem IO_2 , na jehož výstupu jsou připojeny diody LED D_1 až D_9 . Jas diod je řízen tranzistorem T_1 přes odpor R_{10} signálem z hradla H_1 (obr. 44). Protože svítí vždy jen jedna dioda, potřebujeme pouze jeden omezovací odpor R_9 .

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 18/1975

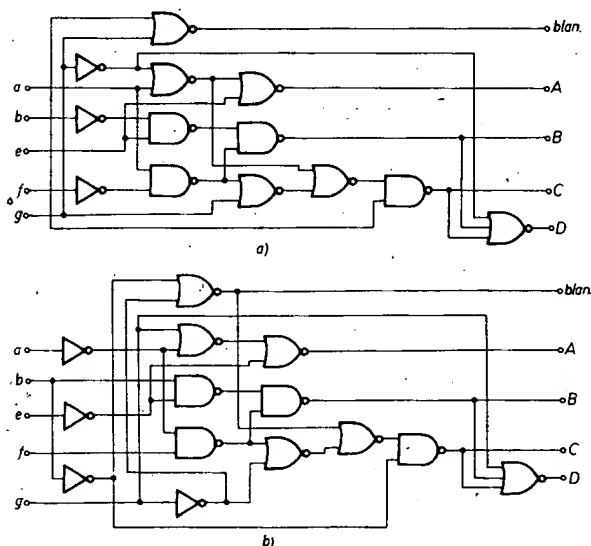
Převodník 7 segmentů/BCD

V současné době se na světě vyrábí velké množství nejrozličnějších kapesních kalkulaček různých typů a cenových tříd. Téměř všechny typy však mají jeden základní nedostatek – zpracovávané informace nemohou být dále zpracovávány, neboť v žádném z obvodů kalkulačky nejsou k dispozici v potřebné formě. Pravidlem bývá výstupní informace ve formě sedmisegmentové, multiplexné zpracované informace, která se přivádí přímo na displej. Kdybychom chtěli tuto informaci např. zpracovat v tiskárně (získat záznam výpočtu), bylo by třeba převést ji na vhodnou formu, např. na kód BCD.

Úlohu změnit sedmisegmentovou informaci na kód BCD zastává zapojení např. na obr. 46. Zapojení nemění ovšem multiplexní charakter informace, proto je třeba na výstup zařadit sérioparalelní měnič.

Na obr. 46a je zapojení pro vstupní pozitivní logiku, tj. takovou, při níž rozsvícení segmentu odpovídá úrovni log. 1. Zapojení na obr. 46b mění na kód BCD informaci v negativní logice – rozsvícení segment odpovídá logické úrovni L (log. 0).

Z následující tabulky vysvítá, jaké vztahy platí v obr. 46a pro vstupní a výstupní signály. Křížky v tabulce ve sloupcích pro segmenty a a d značí, že příslušný logický stav může být libovolný. S tím souvisí skutečnost, že někte-



Obr. 46. Dekodér sedmisegmentového kódu na kód BCD pro vstupní signály s pozitivní (a) a s negativní (b) logikou

ré z kapesních kalkulátorů nepoužívají při indikaci číslice 6 segment *a* a při indikaci číslice 9 segment *d*, což však v daném případě činnost dekodéru nijak neovlivňuje.

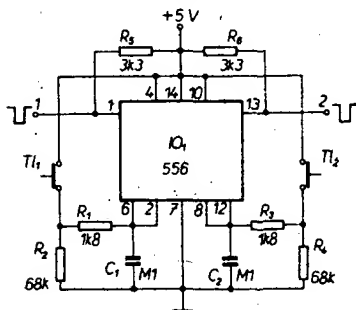
desítk.	sedmísegm.							BCD			
	a	b	c	d	e	f	g	D	C	B	A
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
3	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
4	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
6	X	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
9	1	1	1	X	0	1	1	1	0	0	1

Není-li aktivován žádný ze segmentů, tj. je-li na všech vstupech zapojení na obr. 46a úroveň log. 0, je také na výstupu „blanking“ úroveň log. 0. Tohoto signálu lze využít např. k blokování připojeného zařízení.

Elektor, listopad 1976

Potlačení zákrmitů tlačítek

Digitální obvody stejně jako mikroprocesorové systémy vyžadují řídicí signály definovaných vlastností. Jsou-li tyto řídicí signály zadávány do zařízení ručně (tlačítkem; např. signály nulování a přerušení, popř. start apod.), klopný obvod R-S, obvykle používaný proti zákrmitům tlačítek nezaručuje absolutní jistotu před falešnými impulsy. Může se totiž stát, že se stlačené tlačítko rozpojí dříve, než systém daný povel zaznamená. Obvod na obr. 47 slouží k tomu, aby byl signál po rozpojení tlačítka přenášen do systému ještě po určitou dobu.



Obr. 47. Potlačení zákrmitů tlačítek (prodloužení doby řídicího signálu)

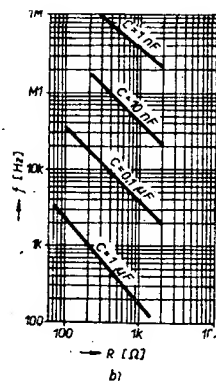
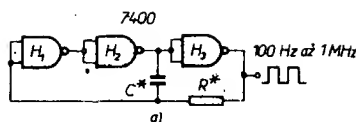
Dobu zániku signálu po uvolnění tlačítka T_1 určují odpory R_1 a R_2 a kondenzátor C_1 , tutéž činnost pro tlačítko T_2 zastávají R_3 , R_4 a kondenzátor C_2 . Při stlačení prvního tlačítka je na výstupu 1 úroveň log. 0, při stlačení druhého tlačítka je na výstupu 2 úroveň log. 1.

Firemní literatura Signetics

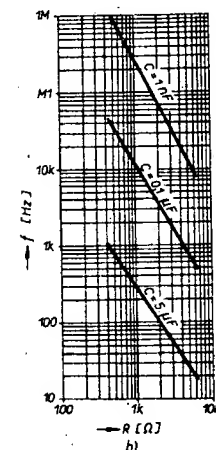
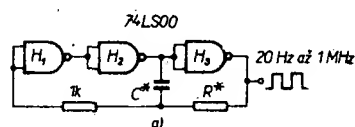
Generátory napětí obdélníkovitého průběhu s logickými obvody

Pro některé aplikace lze pomocí tří invertorů (hradel) realizovat generátor napětí obdélníkovitého průběhu, který je vhodná pro různá použití.

Na obr. 48 je zapojení, které lze použít jako základní a univerzální, takto konstru-



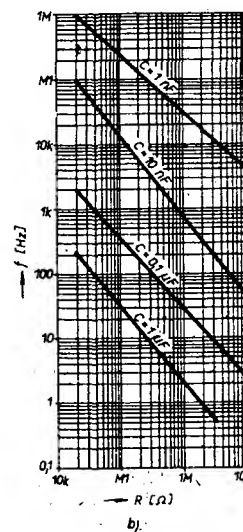
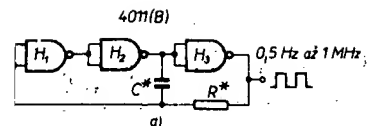
Obr. 48. Generátor napětí obdélníkovitého průběhu s hradly (invertory) TTL



Obr. 49. Generátor napětí obdélníkovitého průběhu o kmitočtu 20 Hz až 1 MHz s hradly (invertory) TTL-LS

ovaný oscilátor kmitá ve velmi širokém rozsahu kmitočtů a jeho stabilita je v mnoha případech dostatečná. Při uvádění do chodu se oscilátor rozkmitá bez problémů, jeho stavba není kritická a jeho kmitočet je nezávislý na napájecím napětí. Kmitočet tohoto oscilátoru je určen článkem RC a zpožděním invertoru (jsou použita tři hradla NAND TTL se spojenými vstupy). Zpoždění logického prvku je doba, která uplyne mezi změnou vstupního signálu a odpovídající změnou signálu výstupního. Ta je obecně závislá na teplotě a na napájecím napětí, kmitočet oscilátoru ovlivňuje však pouze nepatrně.

Během každé periody se výstupní signál oscilátoru změní dvakrát (z log. 1 na log. 0 a naopak), takže celkové zpoždění tří hradel zapojených za sebou je rovno dvojnásobku zpoždění jednoho hradla. Aby byl kmitočet oscilátoru f_0 nezávislý na napájecím napětí a na teplotě, musí být f_0 menší než $1/2 \cdot t_p \cdot n$ (t_p je zpoždění jednoho hradla a n je počet hradel). Pro oscilátor s hradly TTL je typický



Obr. 50. Generátor napětí obdélníkovitého průběhu s hradly (invertory) CMOS pro kmitočty v mezích 0,5 Hz až 1 MHz

$t_p = 10$ ns a pro $n = 3$ platí tedy pro zapojení z obr. 48 pro kmitočet oscilací

$$f_0 \ll \frac{1}{2 \cdot t_p \cdot n} = \frac{1}{2 \cdot 10 \text{ ns} \cdot 3} = 16,6 \text{ MHz.}$$

Z křivek na obrázku pak můžeme určit, na jakém kmitočtu bude oscilátor kmitat s daným odporem a s daným kondenzátorem. Odpor se nesmí volit menší než je uveden v nomogramu; např. pro $C = 0,1 \mu\text{F}$ nesmí být odpor menší než 100Ω . Vstupní napětí hradla H_1 se mění od $+6$ do -4 V. I když jsou v zapojení tedy překročeny meze, povolené výrobcem, oscilátor v praxi pracuje spolehlivě. Pro větší bezpečnost lze do série se vstupem hradla H_1 zařadit odpor 220Ω , kmitočet se tím změní pouze v malých mezích.

Oscilátor s proměnným kmitočtem lze ze zapojení udělat tak, že odpor R nahradíme potenciometrem $2,2 \text{ k}\Omega$ a sériovým odporem, jehož hodnota bude odpovídat minimální hodnotě pro danou kapacitu kondenzátoru C .

V zásadě shodného zapojení využívá i oscilátor na obr. 49. Místo hradel TTL jsou použita hradla TTL-LS (low power Schottky). Vzhledem k tomu, že tato řada obvodů TTL má poněkud jiné parametry než standardní řada TTL, je třeba k určení závislosti $RC = f$ (f jiný nomogram (obr. 49b)). Kromě toho je nutné zařadit do vstupu hradla H_1 odpor $1 \text{ k}\Omega$. Kmitočet oscilátoru lze měnit v rozmezí 20 Hz až 1 MHz. Je-li požadavek měnit kmitočet plynule, lze nahradit odpor R potenciometrem $4,7 \text{ k}\Omega$ nebo $10 \text{ k}\Omega$ v sérii s odporem 680Ω .

Tento typ oscilátoru lze osadit i integrovanými obvody CMOS (obr. 50). I v tomto případě můžeme k určení kmitočtu oscilací použít nomogram podle obr. 50b. Nomogram platí pro napájecí napětí 12 V; změna kmitočtu při jiných napájecích napětích je však relativně velmi malá. Oscilátor může kmitat v pásmu 0,5 Hz až 1 MHz. Napájecí napětí je možno volit v mezích 5 až 15 V, minimální hodnota odporu R je $22 \text{ k}\Omega$. Plynule lze kmitočet oscilátoru měnit potenciometrem $1 \text{ M}\Omega$ v sérii s odporem $22 \text{ k}\Omega$.

Elektor č. 91/1978

Různě aplikovaná elektronika

Fotografie v nastavitelných časových intervalech

Možnost zachycovat v určitých časových intervalech jevy, které probíhají velmi dlouhou dobu, a pak je reprodukovat v krátkém časovém úseku, přináší značné obohacení tvorby v amatérské (a nejen amatérské) fotografii. Jde např. o líhnutí kuřat z vajec, „rozpuk“ poupat, klíčení semen apod. Dále popsané zařízení umožňuje každému vlastníku kamery, v níž je možno exponovat jednotlivé obrázky, zachycovat tyto jevy na

indikační dioda LED (D_5) a triak je též ve vodivém stavu. Osvětlovací těleso, připojené do zásuvky v sérii s druhou anodou prvního z triaků SC35D, se rozsvítí (triak povede vždy, bude-li na jeho řídící elektrodě buď kladné nebo záporné napětí bez ohledu na polaritu napětí na jeho anodách). Indikační dioda je výhodná tehdy, nepoužíváme-li osvětlovací těleso, neboť její rozsvícení určuje dobu, za níž se spouští kamera. Tuto dobu (dobu mezi rozsvícením diody a nastaveným časem sepnutí spouště kamery) lze nastavit až asi na 10 s změnou nastavení odporového trimru P_3 .

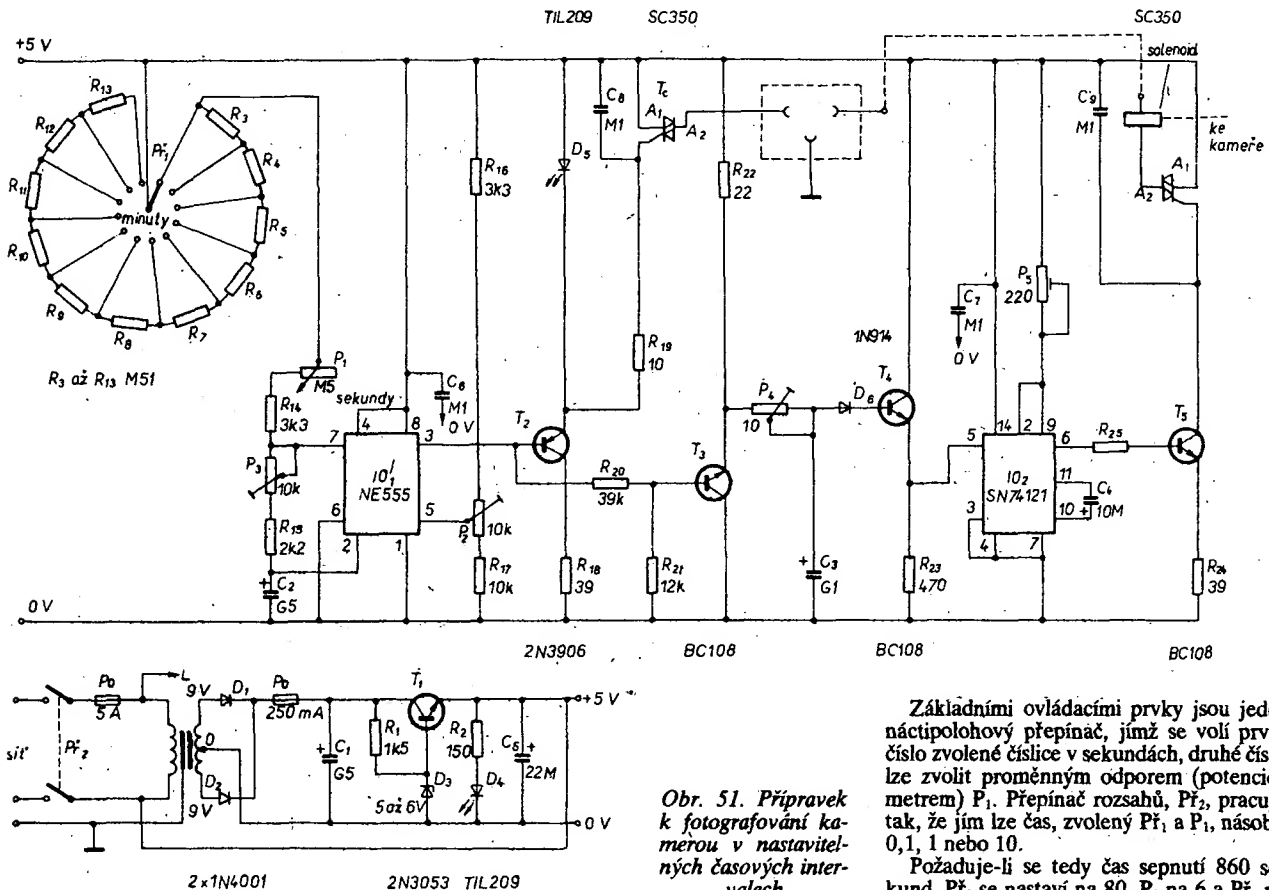
Tranzistor T_3 pracuje jako zpězdovací člen. Zvětšuje-li se napětí na jeho kolektoru, začíná se současně nabíjet i kondenzátor C_3 a to přes odpor R_{22} a odporový trimr 10 k Ω . Díky křemíkové diodě v přívodu báze T_4

typem KU611 (popř. KF508 s odpovídajícím chladičem). Triaky zvolíme podle použitého osvětlovacího tělesa, popř. podle odběru proudu solenoidu. Zenerova dioda ve zdroji má Zenerovo napětí 5,6 V (vyhoví např. 1N270), jako D_6 by bylo možno použít KA501 nebo jinou podobnou diodu.

Practical Electronics, září 1975

Jednoduchý časový spínač

Časový spínač je nesporně velmi užitečné zařízení, kterého lze využít nejen ve fotografii. Spínač na obr. 52 je velmi nenáročný na součástky a přesto jsou jeho vlastnosti pro běžnou potřebu vyhovující.



Obr. 51. Přípravek k fotografování kamerou v nastavitelných časových intervalech

filmový pás a to v nastavitelných časových intervalech. Tak lze např. jev, trvající hodiny nebo i dny zachytit na filmový pás v časovém intervalu několika sekund. Elektronické zařízení na obr. 51 je pak doplněno ještě o možnost současně s expozicí samočinně rozsvítit osvětlovací těleso, a to o příkonu až 1 kW. Doplněk je připojen ke kameře kabelem a umožňuje volit mezery mezi jednotlivými snímky v mezích 10 sekund až 48 minut.

Přístroj pracuje tak, že v nastavených časových intervalech nejprve sepnou osvětlení, zhruba po třech sekundách pak spíná solenoid a v následující sekundě sepnou spoušť kamery; asi po sekundě pak zhasnou osvětlovací těleso.

Základním prvkem celého zařízení je integrovaný časovač typu 555, který pracuje v astabilním režimu. Poměr signál-mezera výstupního napětí obdélníkovitého průběhu lze měnit dvěma prvky, buď (po minutách) přepínačem, nebo (po sekundách) potenciometrem P_1 .

Je-li výstup časovače na nízké úrovni, tranzistor T_2 je otevřen do saturace, svítí

tranzistor T_4 nepovede dříve, než se napětí na kondenzátoru zvětší na 1 V. Povede-li tranzistor T_4 , zvětší se úbytek napětí na jeho emitorovém odporu a ten spustí integrovaný monostabilní obvod IO $_2$. Obvod setrvá v překlopeném stavu asi 1 sekundu a pak se vrátí zpět do výchozího stavu. Doba, po níž je v překlopeném (nestabilním) stavu, závisí na kapacitě kondenzátoru C_4 a na nastavení odporového trimru P_3 . Je-li IO $_2$ v nestabilním stavu, je tranzistor T_5 v saturaci a vede triak v jeho kolektoru. Je uveden v činnost solenoid, exponuje se snímek. Krátce nato přejde výstup IO $_1$ na vysokou úroveň, zhasnou osvětlovací světla a tím je dokončen pracovní cyklus.

Přístroj je napájen z jednoduchého stabilizovaného zdroje, jako indikátor zapnutí slouží dioda D_5 . Maximální odběr proudu ze zdroje je 180 mA (vedou-li oba triaky). Klidový proud je asi 50 mA.

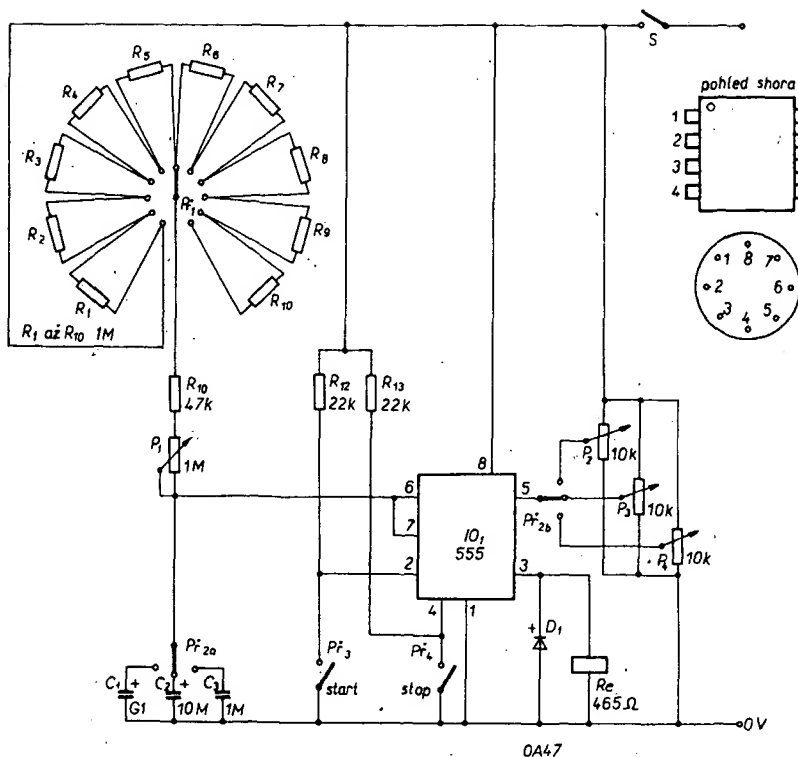
Při realizaci přístroje by bylo možno jako T_2 použít libovolný křemíkový tranzistor s vodivostí p-n-p (např. KF517, KFY18), ostatní tranzistory lze nahradit typem KC508 (KC148). Tranzistor ve zdroji lze nahradit

Základními ovládacími prvky jsou jednánípolohový přepínač, jímž se volí první číslo zvolené číslice v sekundách, druhé číslo lze zvolit proměnným odporem (potenciometrem) P_1 . Přepínač rozsahů, P_2 , pracuje tak, že jím lze čas, zvolený P_1 a P_1 , násobit 0,1, 1 nebo 10.

Požaduje-li se tedy čas sepnutí 860 sekund, P_1 se nastaví na 80, P_2 na 6 a P_2 na „x10“. Doba 1,1 s získáme nastavením P_1 na 10, P_2 na 1 a P_2 na „x0,1“. Přístroj pracuje maximálně do doby sepnutí 1100 sekund (tj. 18 minut, 20 sekund).

Činnost. Přístroj začíná pracovat po rozpojení předtím spojeného spínače START (po uvolnění předtím sepnutého tlačítka, tj. v okamžiku, kdy se opět rozpojí kontakty stisknutého tlačítka). V tomto okamžiku sepnou kontakty relé příslušnou zátěž (osvětlení, zvukový signál apod.). Po uplynutí nastavené doby se kontakty samočinně přepnou do klidové polohy. Je-li třeba během nastavené doby přerušit činnost časového spínače, stiskne se tlačítko spínače STOP. Časový spínač začne opět počítat nastavený čas od počátku, stiskne-li se pak tlačítko START.

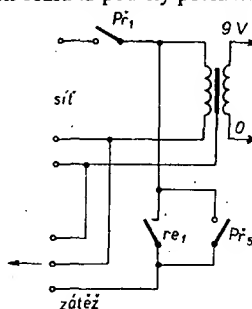
Poznámky ke konstrukci. Odpor R_{11} nesmí být menší než uvedený, neboť jím se omezuje proud do vývodu 2 časovače 555 na bezpečnou velikost, jsou-li P_1 a P_2 nastaveny na nulový odpor (asi 60 mA). Odpory 1 M Ω na



Obr. 52. Časový spínač jednoduché konstrukce s integrovaným časovačem typu 555

přepínači P_1 by měly mít toleranci alespoň 5 % (lépe 2 %). Pro přesné nastavení žádaného času je třeba, aby elektrolytické kondenzátory C_1 , C_2 (a popř. i C_3) měly co nejmenší svodový proud (buď elektrolytické kondenzátory na větší napětí, např. na 30 V, nebo tantalové kondenzátory, popř. papírové, C_3 nebo i C_2). Spínací doby by bylo možno dále rozšířit na rozsah „x100“, tj. na 11000 s, zařazením kondenzátoru 1000 μ F v další poloze přepínače P_2 , a dalšího potenciometru, připojovaného k vývodu 5 integrovaného časovače. Aby nebylo nutno měřit časovací kondenzátory, které v provedení jako elektrolytické kondenzátory mají obvykle

značnou toleranci, jsou ke kalibrování jednotlivých rozsahů použity potenciometry P_2



až P_4 . Souhlasí-li kalibrace v každém rozsahu pro alespoň jeden čas, souhlasí i v celém rozsahu nastavitelných časů. Ke kalibrování je nejjednodušší použít stopky.

Mají-li odpory R_1 až R_{10} toleranci 5 %, je dosažitelná přesnost časového spínače řádu jednotek procent. Autor ve vzorku přístroje dosáhl přesnosti ± 15 sekund při nastaveném času 1000 sekund. Na přesnosti kapacity kondenzátorů nezáleží, potenciometry P_2 až P_4 umožňují nastavit časovou konstantu časovacích článků v mezích až 10 : 1 (tj. je-li např. nastaven čas 20 s na rozsahu „x1“, lze ho nastavením P_3 měnit v rozmezí 3 až 43 sekund (odpovídá kapacitě kondenzátoru, který byl použit autorem konstrukce).

Použité relé je určeno pro napětí 12 V, odpor jeho cívky je 465 Ω ; relé vyhovelo při napájecím napětí v mezích 7 až 14,4 V. Dioda paralelně k vinutí relé chrání integrovaný obvod před poškozením špičkami napětí při spínání a rozpinání relé. Jako nejjednodušší typ uvádí autor germaniovou diodu se zlatým hrotem (OA5, OA9, GAZ51).

Přístroj lze napájet buď z baterie (alespoň 9 V, popř. 12 V – podle použitého relé), nebo ze síťového zdroje.

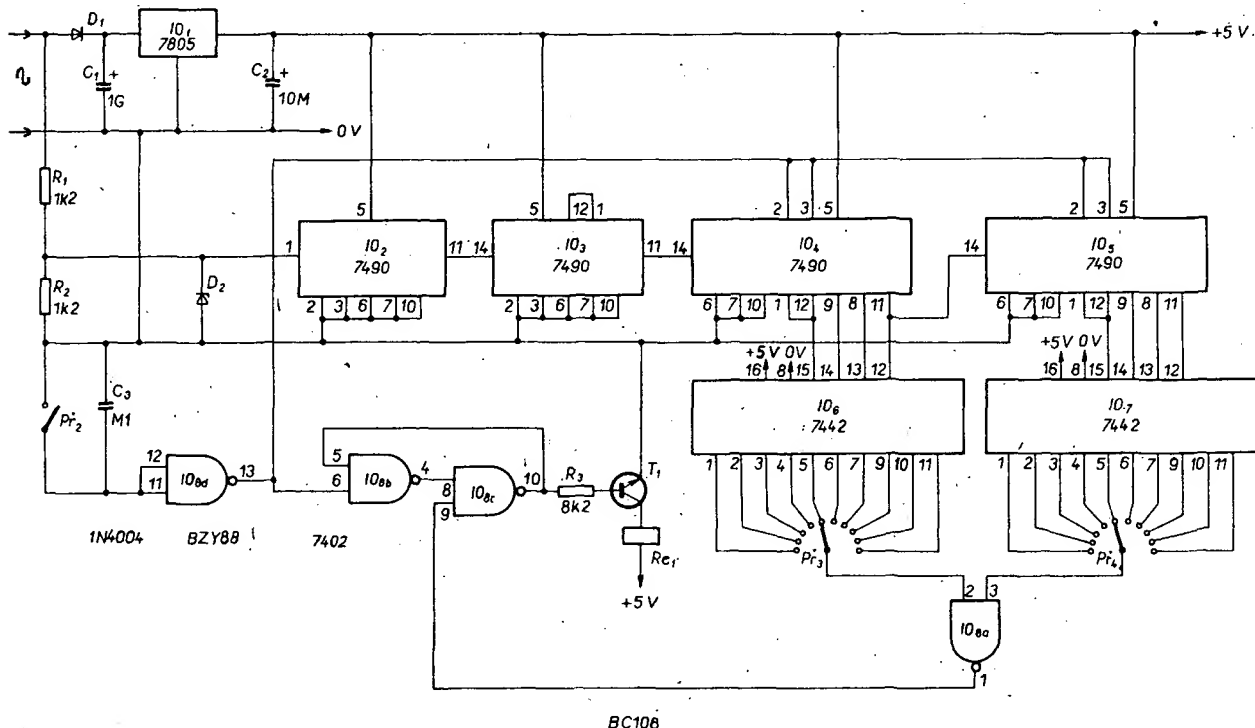
Practical Electronics, červen 1973

Číslicový časovač pro temnou komoru

Časový spínač pro temnou komoru, který využívá číslicových integrovaných obvodů, je na obr. 53. Jde o jednoduchý přístroj, v němž se jako časového normálu využívá kmitočtu sítě, vyděleného integrovanými děličkami typu 7490. Základním rozsahem přístroje je 1 až 99 sekund, a to v jednosekundových krocích; čítač lze však upravit na další rozsah, 0,1 až 9,9 sekund v krocích po 0,1 sekundy.

Základem zapojení časového spínače je relé s cívkou pro 5 V a s kontakty ke spínání střídavého napětí 220 V, jímž se přímo spíná žárovka zvětšovacího přístroje.

Časový spínač je napájen ze stabilizovaného zdroje napětí 5 V (integrovaný stabilizátor typu 7805). Síťový transformátor má sekundární napětí 9 V, napětí je usměrněno jednocestně a filtrováno elektrolytickým



Obr. 53. Jednoduchý „číslicový“ spínač do temné komory

kondenzátorem s velkou kapacitou. Ze sekundárního vinutí síťového transformátoru se přes omezovací odpory a Zenerovu diodu se Zenerovým napětím 4,7 V přivádí též vstupní signál (jednostranně omezená sinusovka) pro děličky kmitočtu (MH7490). Děličky IO_2 a IO_3 jsou zapojeny v kaskádě, takže na výstupu IO_3 je standardní impuls 1 Hz. Jednohertzové impulsy se přivádějí na vstup čítačů BCD (IO_4 a IO_5 , MH7490), které čítají impulsy od 0 do 9. Protože jsou čítače v kaskádě, mohou čítat do celkového stavu 99. Výstupy BCD z čítačů jsou přivedeny na dekodéry IO_6 a IO_7 (MH7442). Na výstupech dekodérů je vždy log. 1, úroveň se změní na log. 0 podle nastavení přepínačů jednotek a desítek sekund.

Při nastavení přepínačů na libovolné číslo v mezích 00 až 99 jsou příslušné výstupy dekodérů připojeny na vstupy hradla NOR (7402), jehož výstup bude na úrovni log. 1. Časový spínač se spouští stisknutím tlačítka, k němuž je paralelně připojen kondenzátor C_3 . Stiskem tlačítka se vynulují čítače IO_2 a IO_3 , a uvede v činnost „latch“, tvořený hradly NOR IO_{10} a IO_{11} . Současně se otevře tranzistor a relé sepne, žárovka zvětšovacího přístroje se rozsvítí. Je-li načítán nastavený počet sekund, změní se logická úroveň na vstupu hradla NOR IO_{10} , uzavře se tranzistor, relé odpadne a žárovka zhasne.

Jako relé použil autor relé s cívkou 700 Ω pro napájecí napětí 6 V; lze však použít libovolné relé pro napětí v mezích 4 až 6 V s odporem vinutí větším než asi 200 Ω .

Úpravy ke změně základního rozsahu 0 až 99 sekund na 0 až 9,9 s:

- jednopólovým přepínačem, jehož střední vývod je připojen na vývod 14 IO_4 , se při čítání v mezích 0 až 9,9 připojuje k tomuto vývodu vývod 11 IO_2 , nebo při čítání v mezích 0 až 99 vývod 11 IO_3 ,

- do startovacího obvodu se připojí monostabilní integrovaný obvod 74121, jehož vývod 5 je připojen přes tlačítko na 0 V, na 0 V jsou též připojeny vývody 7 a 3, na 14 je přivedeno napětí +5 V a vývod 6 je připojen na vývod 6 IO_4 .

V přístroji se nepoužívá zvláštní tlačítko k nulování, neboť časový spínač se vynuluje samočinně po uplynutí nastavené doby (přepínače desítek a jednotek sekund). Jako přepínače pro nastavení času slouží desetipólové běžné přepínače, lze použít i tzv. palcové typy.

Practical Electronics, listopad 1979

Časový spínač s obvodem pro číslcové hodiny

Zajímavý způsob řešení časového spínače s použitím číslcového integrovaného obvodu pro hodiny a devítičíslcového displeje z kapselního kalkulátoru je na obr. 54. Zvolený čas se nastavuje otočným palcovým přepínačem (tři segmenty) a to v mezích buď 0 až 9 minut + 0 až 59 sekund, nebo (po přepnutí) 0 až 9 hodin a 0 až 59 minut. Zvolený čas je indikován displejem LED. V síťové části je zapojen přepínač, jímž lze přístroj vypnout nebo zvolit druh činnosti – zaostřování, časový spínač (je-li přístroj použit pro práci v temné komoře). Při soustřování se současně rozsvítí bezpečnostní osvětlení. Je-li přepínač druhu činnosti v poloze pro časový spínač, lze přístroj uvádět do chodu (po nastavení času) kromě tlačítkem START i nožním spínačem. Oba spínací prvky přístroj také nulují (STOP). Takto koncipovaný přístroj lze samozřejmě kromě temné komory používat k zapínání rozhlasového přijímače v určenou dobu a ke spínání jiných spotřebičů – podle jejich příkonu je

pak třeba pouze zvolit druh relé, aby jeho kontakty byly dimenzovány na příslušný proud.

Základem časového spínače je „hodinový“ IO National Semiconductor typu MM5309 (obvod PMOS). Na jeho výstupech je k dispozici jak signál v sedmissegmentovém kódu, tak v kódu BCD. K dispozici je též nastavovací (nulovací) vstup. Stiskne-li se např. tlačítko START (reset), objeví se na vývodu 16 MM5309 (nulovací vstup) záporný impuls, který nastaví čítače obvodu na 00:00:00. Integrovaný obvod je řízen kmitočtem sítě – jako vstup časové základny slouží vývod 19 IO , na který se přivádí jednocestně usměrněné a co do amplitudy upravené napětí ze sekundárního vinutí síťového transformátoru (přes odpor R_{26} , diody D_{18} a D_{19}).

Hodinový čip čítá tyto impulsy a výsledek produkuje jako multiplexovaný signál k buzení sedmissegmentových číslicovek (vývody 6 až 12) a jako signál BCD (vývody 2 až 5 IO). Vývody 6 až 12 jsou přes omezovací odpory připojeny ke kalkulátorovému displeji typu NSN-198 (National Semiconductor), na němž se z devíti číslic využívá tři k indikaci nastaveného času. Tranzistory 2N3906 (p-n-p) slouží jako interface mezi příslušnými výstupy „enable“ číslic hodinového čipu a vývody „enable“ číslic displeje.

Výstupy BCD hodinového čipu jsou připojeny ke skupině číslcového komparátoru, který se skládá ze čtyř hradel exclusive-or, z diodového hradla OR (diody D_1 až D_4 a R_{14}) a hradla NAND (část třívstupového hradla 7410, IO_{10}). Druhá skupina vstupů komparátoru je připojena k výstupům palcových přepínačů, jimiž se nastavuje požadovaná doba sepnutí. Protože jsou výstupy BCD hodinového čipu multiplexovány, je třeba zajistit, aby výstupní signály z čipu a z přepínačů byly časově synchronní.

Toho se dosáhlo tím, že byly vývody C palcových přepínačů připojeny k tranzistorům T_1 až T_3 . Je-li pak např. BCD ekvivalent první nastavené číslice (na palcovém přepínači) přiveden na komparátor, T_1 současně dovede aktivovat příslušnou číslici na displeji; přitom diody D_5 až D_{16} izolují výstupy BCD neaktivních spínačů příslušného palcového přepínače.

Číslcový komparátor generuje výstupní impuls vždy, odpovídá-li výstupní signál BCD hodinového čipu signálu z palcového přepínače. Protože však díky multiplexnímu způsobu činnosti nejsou obě uvedené informace (výstup BCD čipu a výstup BCD z přepínače) k dispozici ve stejnou dobu, je třeba v zapojení použít jakousi paměť – ta je tvořena dvěma klopnými obvody D (IO_{14} a IO_{15}), několika hradly NAND a klopným obvodem R-S ze dvou křížově vázaných hradel NAND (IO_{16} a IO_{17}).

První klopný obvod D se nastaví, bude-li nejvýznamnější bit BCD generovaný hodinovým čipem stejný jako ten, který generuje první palcový přepínač. Podobně se nastaví i druhý klopný obvod (IO_{15}), bude-li výstup BCD druhého palcového přepínače shodný s druhým nejvýznamnějším bitem BCD z hodinového čipu atd. K tomu dojde ovšem pouze po předchozím aktivování prvního klopného obvodu. To proto, protože výstup IO_{14} je připojen ke vstupu nulování IO_{16} , jehož nastavovací vstup je připojen ke kladnému napětí +5 V. Proto bude na výstupu IO_{15} (výstup Q) úroveň log. 0 do té doby, dokud bude na stejném výstupu IO_{14} také log. 0.

Bude-li nejméně významný bit BCD generovaný hodinovým čipem shodný s výstupem BCD z posledního palcového přepínače a budou-li aktivovány oba klopné obvody D, bude aktivován i klopný obvod R-S (IO_{16} a IO_{17}). Bude-li pak čas, který uplynul od zapnutí přístroje shodný s tím, který je nastaven palcovými přepínači, změní se stav

klopného obvodu R-S a tranzistor, ovládající činnost relé, přestane vést, relé odpadne a světlo zhasne. Klopný obvod R-S kromě popsané činnosti má za úkol také ovládat přívod impulsů ze sítě (jednocestně usměrněné napětí ze sekundárního vinutí transformátoru) na vstup časové základny hodinového čipu, tj. na vývod 19. Při tom stavu klopného obvodu, při němž odpadne relé, se totiž změní stejnosměrná úroveň na katodě diody D_{18} tak, že je dioda uzavřena a impulsy přes ní neprocházejí. Hodinový čip dále nečítá, a na displeji zůstanou čísla, odpovídající číslům, nastaveným na palcových přepínačích.

Napájecí zdroj je co nejjednodušší, napětí potřebná pro činnost jak hodinového čipu, tak i obvodů TTL, jsou ± 12 V (nestabilizované) a 5 V (stabilizované).

Popular Electronics, srpen 1978

Automatický časový spínač pro temnou komoru

Časový spínač na obr. 55 může spínat v časových mezích od 0 do 99,9 buď v krocích po 0,1 s nebo 0,1 min. Jeho přesnost je dána přesností kmitočtu sítě – pro použití do temné komory vyhoví ve všech případech. Bezpečnostní světlo pro temnou komoru a žárovku zvětšovacího přístroje lze rozsvěcet a zhasínat buď samočinně nebo ručně. Přístroj je doplněn analyzátozem, kterým lze určit expozici podle zvoleného fotografického papíru.

Analýzátor

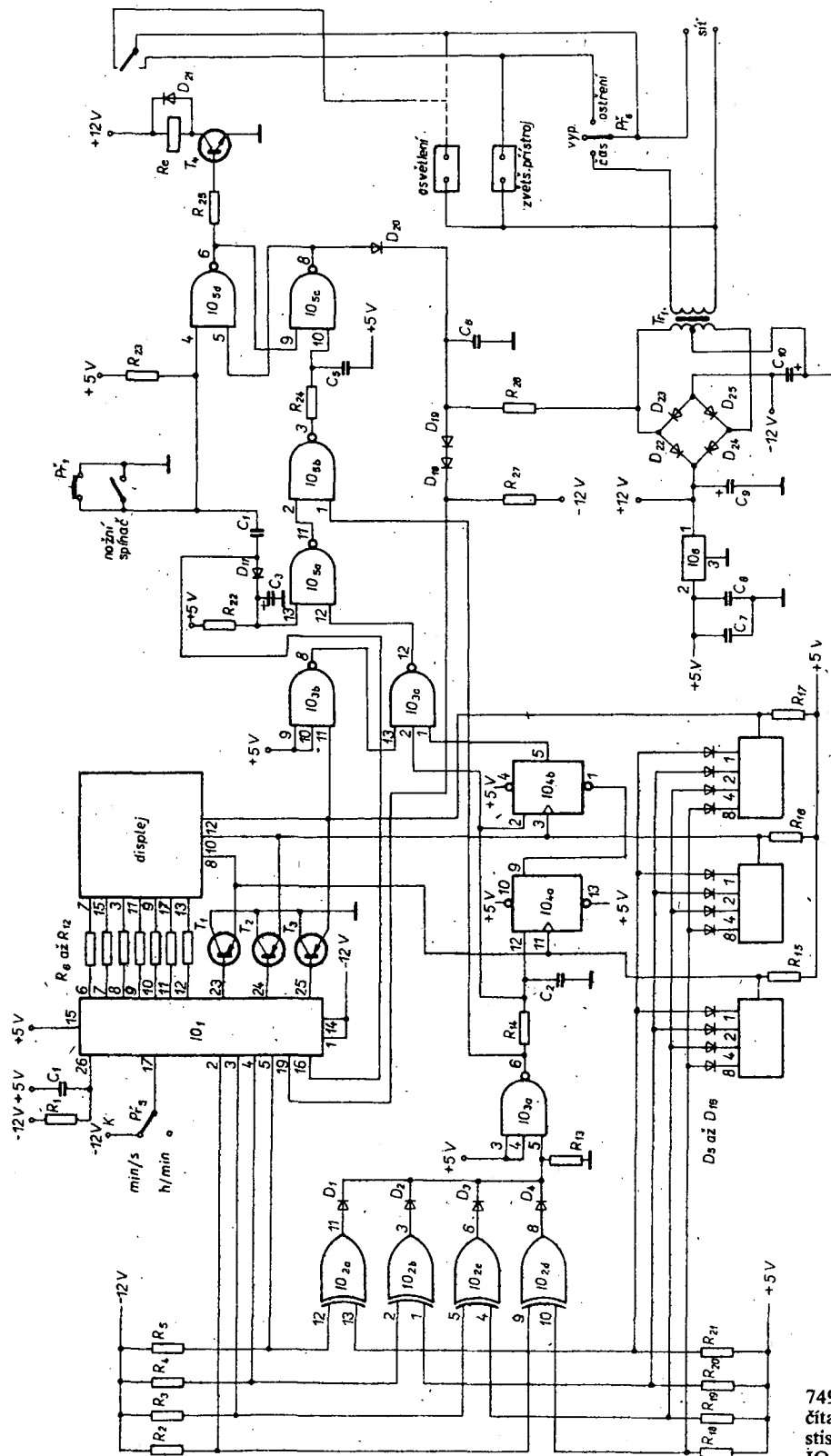
Analýzátor se skládá z můstku, jehož dvě ramena jsou tvořena potenciometrem P_1 (ČAS), ve třetí větvi je P_1 , který slouží jako referenční odpor, a ve čtvrté větvi je fotoodpor R_{11} . Potenciometr P_2 je kalibrován pro různé druhy fotografického papíru. Na můstek je přivedeno napětí 9 V; výstupní napětí můstku závisí na odporu R_{11} (fotoodpor) a na nastavení P_1 (prozatím pomineme P_2). Je-li běžec P_1 nastaven na počátek odporové dráhy (tj. na 0 V), je můstek rozvážen, jeho výstupní napětí se vede na vstupy operačních zesilovačů a na jejich výstupech bude kladné napětí (je-li invertující vstup zápornější než neinvertující).

V této souvislosti je třeba poznamenat, že operační zesilovače jdou zapojeny vzájemně obráceně, tj. jejich výstupní úrovně budou přesně opačné při stejných vstupních signálech. Protože je P_1 zapojen k invertujícímu vstupu jednoho a neinvertujícímu vstupu druhého operačního zesilovače, bude na poloze jeho běžce záviset, která z diod na výstupech OZ bude svítit. Pro určení správné expoziční doby je třeba, aby na vstupech operačních zesilovačů nebylo žádné napětí – pak je můstek vyvážen, nesvítí žádná ze svítivých diod.

Časový spínač

Obvody časového spínače lze rozdělit na tři základní: na časovou základnu, řídicí obvody a čítač s displejem.

Časová základna využívá kmitočtu sítě, napětí ze sekundárního vinutí druhého síťového transformátoru je přes R_2 přivedeno na diodu D_4 , která ho upraví na zhruba pravouhlé impulsy, jejichž kmitočet je pak dělen IO_{14} pěti a IO_{15} deseti. Na výstupu první děličky jsou tedy impulsy 0,1 s, na výstupu druhé 1 s. K získání impulsů 0,1 min se používá třetí dělička, IO_{16} . Sekundovými impulsy se ovládá rozsvícení desetinné tečky na displeji. Impulsy 0,1 s a 0,1 min se přivádě-



Obr. 54. Časový spínač s integrovaným obvodem pro elektronické hodiny a s displejem z kupesních kalkulátorů

Součástky: kondenzátory – C1 5 nF, C2, C3, C4, C5, C6 0,1 µF, C7 5 µF/12 V, C8 10 nF, C9 1000 µF/16 V, C10 100 µF/16 V, odpory – R1 0,33 MΩ, R2 až R5 7,5 kΩ, R6 až R12 330 Ω, R13 680 Ω, R14 220 Ω, R15 až R21 4,7 kΩ, R22 22 kΩ, R23 10 kΩ, R24 1 kΩ, R25 1 MΩ, R26 1 MΩ, R27 1 MΩ, diody – D1 až D20 1N914 (esl) jako KA501, D21 až D23 1N4001 (usměrňovací diody křemíkové 1 A), integrované obvody – IO1 „hodinový“ obvod MMS309N, IO2 SN7498 (čtyřl hradla exclusive-or), IO3 SN7410 (tříř hradla NAND), IO4 SN7474 (dva klopné obvody D), IO5 SN7400, IO6 LM340T-5 (stabilizátor 5 V), relé pro 12 V „palcové“ přepínače BCD (tři kusy), síťový transformátor má sekundární napětí 18 V/150 mA se středním vývodem; p-n-p tranzistory jsou typu 2N3906, n-p-n tranzistor je typu 2N3904

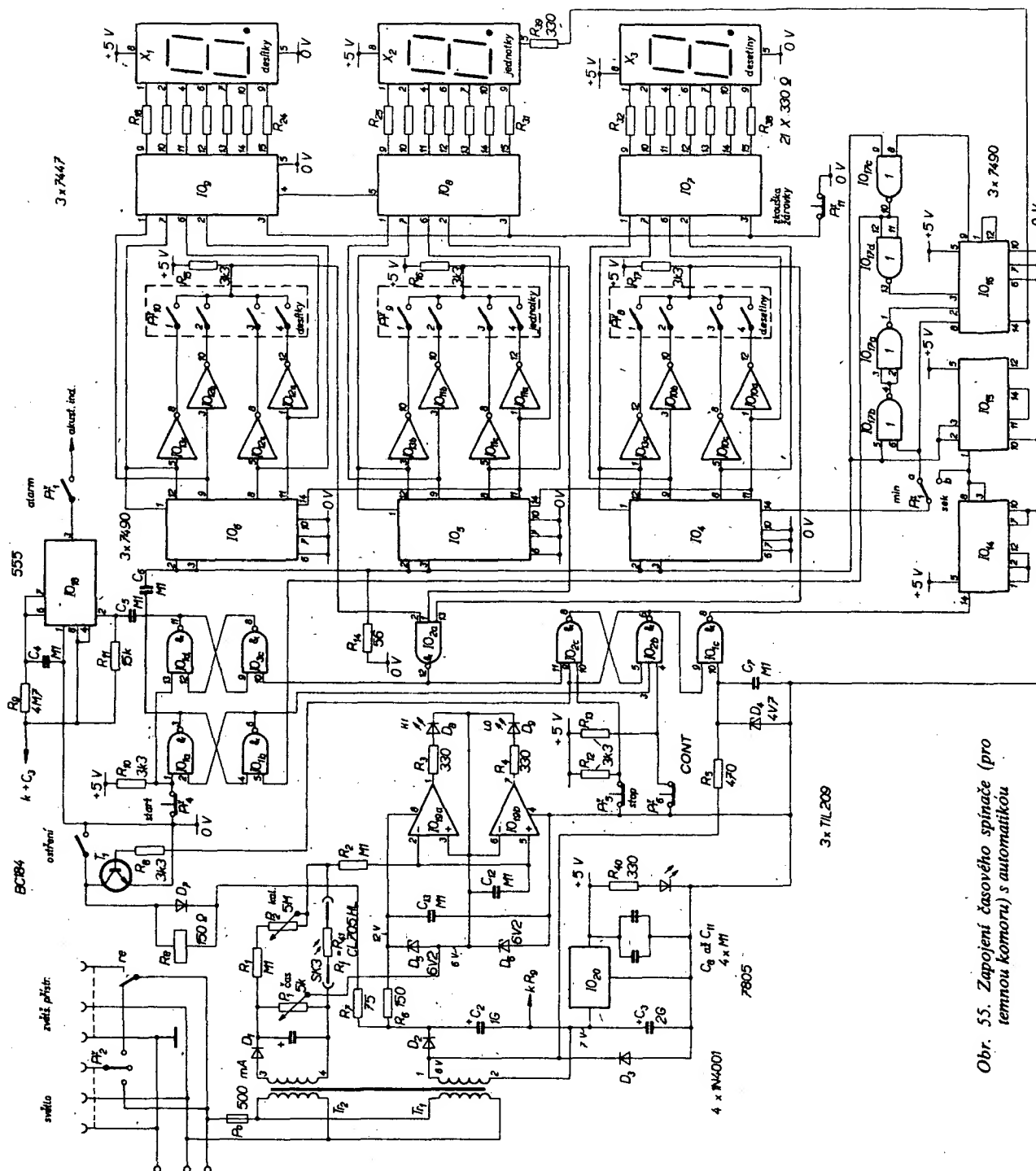
dějí na přepínač MIN – S, kterým lze nastavit údaj displeje buď 0 až 99,9 min nebo 0 až 99,9 s. Vývody 2 a 3 integrovaných čítačů 7490 jsou nulovací, bude-li na obou log. 1, bude výstupní signál BCD nula do té doby, než se alespoň na jednom z nich objeví úroveň log. 0. Samotinného nulování po načítání 6 bylo dosaženo použitím IO17, který je zapojen jako dvě hradla OR.

Řídící obvody se skládají z IO1 a IO2 a ze tří palcových přepínačů. Stiskne-li se tlačítko START, jde signál z IO1a a IO1b (odstraňuje zákmit) na druhý bistabilní obvod, tvořený dvěma dalšími hradly (IO2a a IO2b). Úroveň log. 1 na vývodu 9 IO1c umožňuje průchod signálu 50 Hz tímto hradlem a současně otevírá tranzistor, jímž se ovládá sepnutí kontakle, a rozsvítí se žárovka zvětšovacího přístroje. Impuls o úrovni log. 1 na vývodu 3 IO1a vynuluje také všechny 7490; protože jsou jejich nulovací vstupy připojeny přes odpor R14 na zem a výstup 3 IO1a je oddělen kondenzátorem 0,1 µF, začnou všechny

7490 současně se stiskem tlačítka START čítat uplynulý čas. Asi po dvou sekundách po stisku tlačítka START se objeví na vývodu 5 IO1b úroveň log. 0 (z vývodu 10 IO17), která vrátí obvod pro potlačení zákmitů do výchozího stavu a tak umožní další stisknutí tlačítka START a další čítecí cyklus. Toto uspořádání má jednu nevýhodu – není možno exponovat časem kratším než 2 sekundy, expoziční doby do dvou sekund však není třeba ve fotografické praxi většinou používat.

Čítecí cyklus lze kdykoli zastavit tlačítkem STOP a pokračovat v něm po stisknutí tlačítka CONT.

Čítače a displej. Tato část přístroje se skládá z integrovaných čítačů 7490, IO4 až IO6, z dekodérů IO7 až IO9 (7449) a z displeje ze tří sedmissegmentových číslicovek LED typu FND507. Zvolený expoziční čas se ukáže na displeji a zůstane tam až do stisknutí tlačítka START.



Obr. 55. Zapojení časového spínače (pro temnou komoru) s automatikou

Přístroj je doplněn i obvodem pro zvukový signál. Jako generátor zvukového signálu slouží časovač typu 555, jehož výstup se vede na buzduč. Délka akustického signálu (doba jeho trvání) závisí na časové konstantě R_6 , C_4 ; se součástkami podle obr. 55 je asi 1 s.

Před používáním časového spínače je třeba ocejchovat potenciometry P_1 a P_2 ; autor zhotovil příslušné stupnice pod knoflíky obou potenciometrů jak pro integrační metodu snímání světla, tak pro bodovou, a to v závislosti na několika druzích fotografického papíru, který používá. Postup při cejchování je stejný, jako v případech, které byly již mnohokrát v minulosti popsány.

Poznámky ke konstrukci. Síťový transformátor má dvě nezávislá vinutí 6 V/500 mA. Jako fotoodpor je použit typ R41-CL705HL firmy Clairex, jde o fotoodpor ze sírníku kadmia (další údaje nejsou v původním článku uvedeny). Operační zesilovač je typu MC1458, což je dvojice operačních zesilova-

čů asi typu 741 v jednom pouzdře. Tlačítka STOP, START a CONT jsou rozpojovací, tranzistor je typu BC184, jeho kolektorová ztráta odpovídá použitému relé, které má odpor cívky 150 Ω .

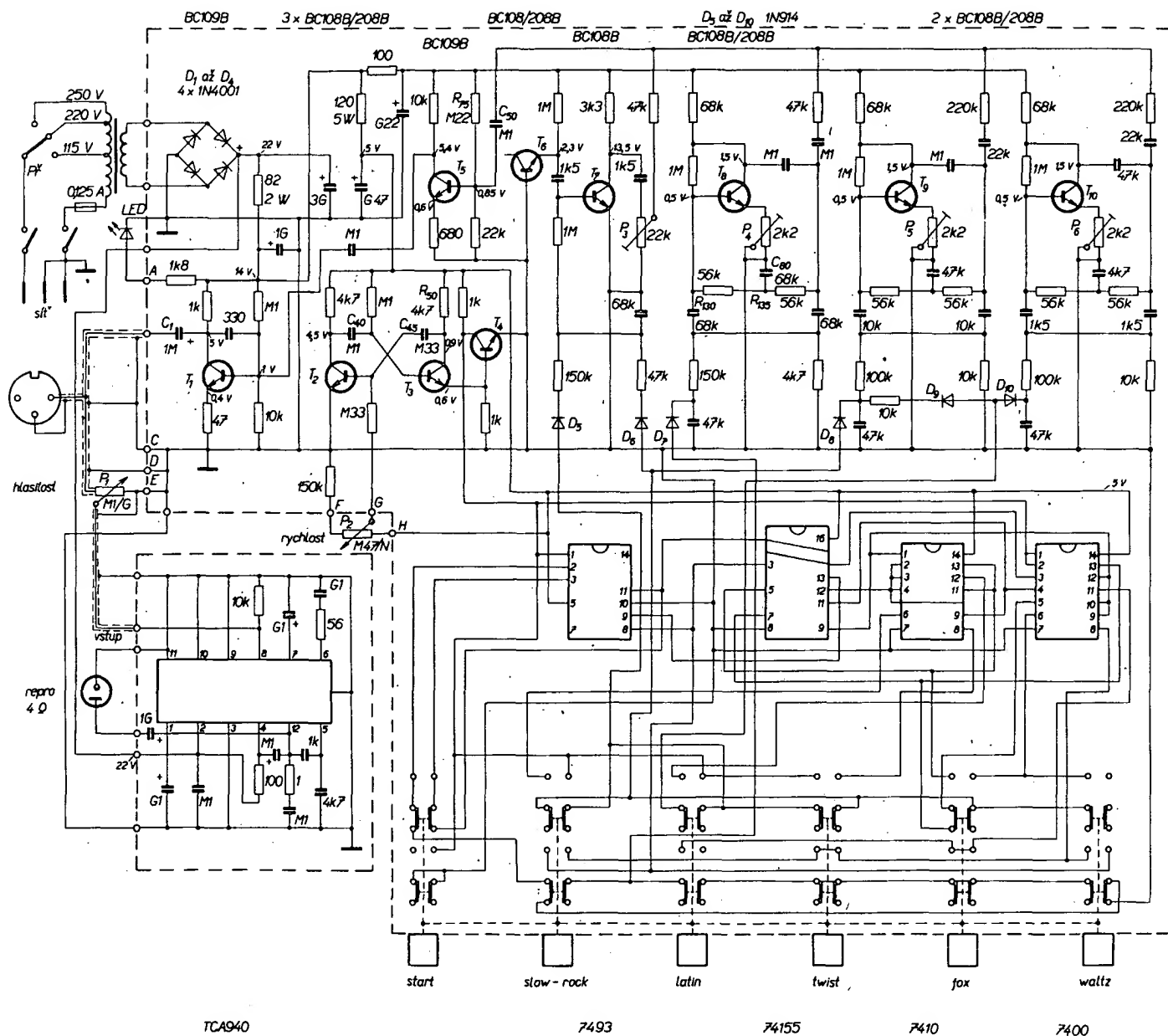
Practical Electronics, březen 1980

Generátor rytmů s tranzistorem

Na celém světě jsou v současné době velmi oblíbeny nejrůznější elektrotechnické a elektronické stavebnice. Výrobou stavebnic se zabývá obrovské množství firem, jak velkých, tak malých. Malý obrázek o stavebnicích z oboru amatérských mikropočítačů si lze učit např. z přehledu, který vychází na pokračování v „červeném“ AR – to je však pouze malý díl produkce. V časopisu ELO v roce 1976 byla např. popsána stavebnice italské firmy Amtron, která se prodávala

v NSR – šlo o stavebnici generátoru rytmů s běžnými tranzistory a běžnými obvody TTL, jehož schéma je na obr. 56. Zajímavé je zpracování článku: po velmi stručném popisu činnosti zapojení je v závěru článku stručně třemi náhodně vybranými konstruktéry (stáří od 15 do 25 let) stavebnice zhodnocena a na závěr těchto hodnocení je vyjádření firmy. Z hodnocení vyplývá, že vzhledem k ceně je výsledný přístroj dobrý, neboť vyhovuje dobře v mezích, daných technickými parametry výrobce, svému účelu.

Jen pro zajímavost – jeden z konstruktérů uvádí jako přednost stavebnice to, že celá deska s plošnými spoji je až na pájací body překryta fólií z plastické hmoty, což vylučuje možnost spojit při pájení sousední měděné plošky nechtěně kapkou pájky, takže sestavit stavebnici může i ten, kdo má s pájením minimální zkušenosti. To je také dobrá idea



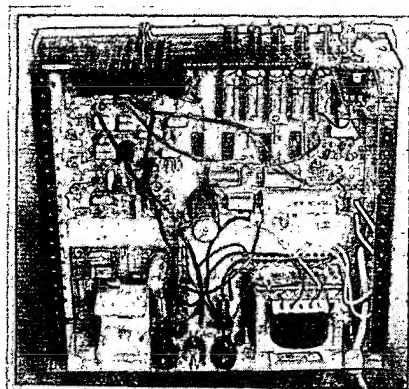
Obr. 56. Zapojení generátoru rytmů a vzhled přístroje po sestavení z původní italské stavebnice firmy Amtron

pro tuzemské výrobce podobných stavebnic, najde-li se konečně nějaký. Navíc toto uspořádání umožňuje nepoužívat ochranný lak na plošné spoje, s jehož jakostí (pájitelností) jsou často značné obtíže.

Vraťme se však k zapojení. Celkové zapojení přístroje včetně nf zesilovače je na obr. 56. Lze ho rozdělit na základní díly: na část s generátory a na logiku. Část s generátory vytváří signály vhodného zabarvení jednotlivých bicích nástrojů a logická část „obstarává“ jednotlivé rytmy.

Jednotlivé tónové nebo šumové signály vznikají ve stupních s tranzistory T_6 až T_{10} . Např. pro činely se používá šumový signál, vyráběný tranzistorem T_6 , na jehož přechodu báze-emitor (je-li tranzistor zapojen inverzně a není-li zapojen jeho kolektor) vzniká bílý šum, který je zesilován tranzistorem T_7 ; trimrem P_3 lze nastavit úroveň výstupního signálu po zesílení na potřebnou velikost. Ochranný odpor $1\text{ M}\Omega$ chrání T_6 před zničením nadměrným proudem.

Tranzistory T_8 , T_9 a T_{10} jsou zapojeny jako oscilátory vyšších zvukových kmitočtů. Jednotlivé stupně jsou shodné, liší se pouze



časové konstanty článků RC. Aby se oscilátory rozkmitaly, musí se signál z kolektoru tranzistorů přivést zpět na vstup (na bázi).

Kmitočet určujícím článkem RC jsou např. u oscilátoru s tranzistorem T_8 oba odpory $56\text{ k}\Omega$ a kondenzátor 68 nF . Zpětnou vazbu lze do jisté míry řídit odporovými trimry v emitorech tranzistorů; tím lze ovlivňovat v určitých mezích „barvu“ výstupních signálů.

Přehled použití jednotlivých signálů k imitaci zvuku bicích nástrojů je v tabulce.

Nástroj	Oscilátor	Rytmus
činely basový buben	$T_6 + T_7$ T_8	slow-rock latinské rytmy, twist
buben bubínek	$T_9 + T_6$ s T_7 T_9	fox, waltz slow-rock, twist, lat. rytmy
zvonky	$T_9 + T_{10}$	latinské rytmy

Výstupní signály se vedou na přepínače rytmů a na logickou část přístroje a přes kondenzátor C_{50} , $0,1\text{ }\mu\text{F}$ na zesilovací stupně s T_5 a T_1 . Po úpravě jejich úrovně potenciometrem hlasitosti se pak dále zpracovávají v nf zesilovači s integrovaným obvodem TCA940.

Aby signály oscilátorů měly správný rytmus, je v zapojení jako generátor „hodinového signálu“ použit astabilní multivibrátor s T_2 , T_3 . Tranzistory multivibrátoru se střídavě zavírají a otvírají v závislosti na časovacím členu RC, složeném z R_{49} , C_{40} a R_{50} , C_{45} . Kmitočet multivibrátoru lze měnit vnějším ovládacím potenciometrem P_2 , $470\text{ k}\Omega/\text{N}$. Výstupní signál multivibrátoru (pravoúhlého

průběhu) se zesiluje tranzistorem T_4 a vede do integrovaného čítače, který se skládá ze tří klopných obvodů, zapojených jako bistabilní multivibrátory.

Taktovací (hodinové) impulsy z astabilního multivibrátoru čítá (po stisknutí tlačítka START) čítač. Po stisknutí např. tlačítek LATIN, TWIST a ROCK se dostanou čítané impulsy přes dekodér a příslušná hradla NAND na diody D_5 až D_{10} . Tyto diody zabezpečí příchod signálů jednotlivých oscilátorů na společnou sběrnici k nf zesilovači v tom pořadí, jaké odpovídá zvolenému rytmu. V tabulce je časový sled signálů např. pro latinské rytmy.

Nástroj	Sled taktů
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
činely
basový buben
zvonky

Na anodách diod jsou tedy v požadovaném rytmu kladné impulsy, které spouštějí jednotlivé oscilátory. Ke katodám těchto diod (D_5 až D_{10}) jsou připojeny články RC, které upravují náběh a doběh impulsů (jejich hrany), aby zvuk nástrojů měkce „nasazoval“ a dozníval.

Závěrem nejdůležitější technické údaje:
napájecí napětí: síť 220 V (120 V), 50 Hz;
výstupní napětí: 250 mV (na konektoru pro připojení zesilovače);
výstupní impedance: 1 k Ω ;
výstupní nf výkon s TCA940: 10 W na 4 Ω .

ELO č. 12/1976

Dálkové řízení spínače

Přístroj na obr. 57 pracuje jako spínač, který sepne kontakty relé, připojeného na jeho výstup při tónu vysokého kmitočtu (snímá se mikrofonom na vstupu zařízení), a rozpojí je při tónu nízkého kmitočtu.

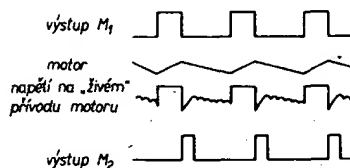
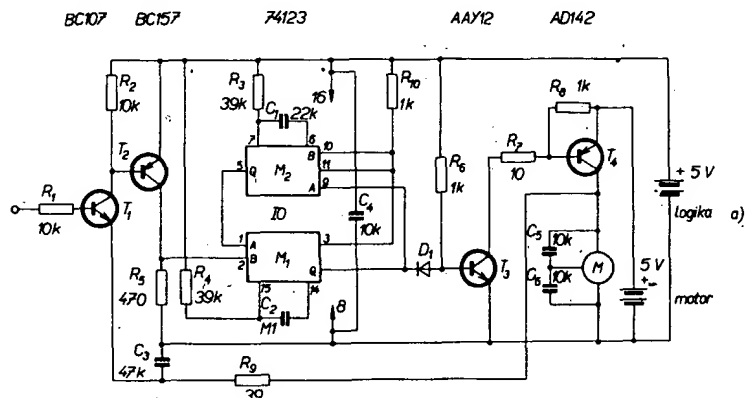
Výstupní signál z mikrofonu je zesílen prvním operačním zesilovačem a pak „pro-

zkoumán“ dvěma filtry. Signály, které projdou filtry, jsou usměrněny a usměrněný signál je vyfiltrován. Získaným napětím se řídí činnost Schmittova klopného obvodu, realizovaného dvěma operačními zesilovači typu 741. Výstupní signály v bodech A a B lze použít k ovládání jiných logických funkcí.

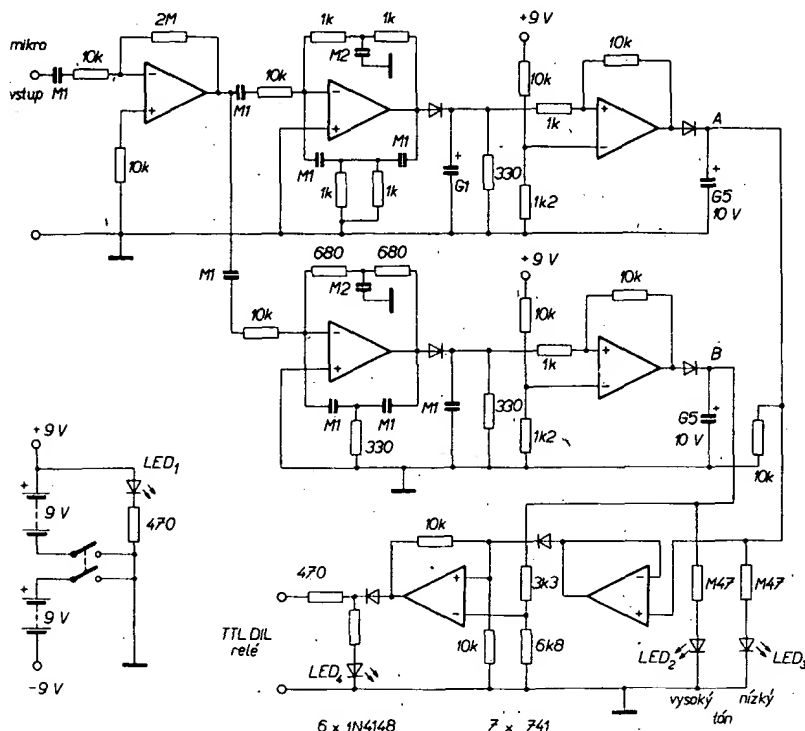
Činnost obvodu indikují světelné diody: LED₂ se rozsvítí při vstupním signálu vysokého kmitočtu, LED₃ při vstupním signálu nízkého kmitočtu a LED₄ při sepnutí kontaktů relé.

Jako relé se v přístroji používá jazýčkové relé v pouzdru DIL paralelně s ochrannou diodou. Všechny operační zesilovače jsou typu 741, diody jsou běžné, křemíkové (KA501). Přístroj je napájen ze dvou baterií 9 V (napájecí napětí ± 9 V).

Electronics today, květen 1979



Obr. 58. Regulátor rychlosti otáčení motorků s trvalým magnetem



Obr. 57. Spínač, který lze ovládat dálkově hvizdy vysokého a nízkého kmitočtu

Proportionální řízení rychlosti otáčení motorku

Zapojení na obr. 58 slouží k řízení rychlosti otáčení malých motorků s trvalým magnetem, které se používají v hračkách a modelech.

Princípem činnosti regulátoru je porovnávání napájecího napětí motorku, které odpovídá požadované rychlosti otáčení, a napětí, které generuje motorek, otáčí-li se, aniž by byl napájen (pak totiž pracuje jako dynamo, jehož výstupní napětí je dáno rychlostí otáčení rotoru). Obě napětí jsou porovnávána neustále, takže motorek je vlastně napájen téměř pravoúhlými impulsy, jejichž průběh v několika místech zapojení je na časovém diagramu v obr. 58.

Napětí, odpovídající požadované rychlosti otáčení motorku, je k dispozici v bodě A.

Tranzistor T_1 porovnává toto napětí s napětím, generovaným motorkem, které je upraveno filtračními prvky R_9 , C_3 . Je-li skutečná rychlost otáčení menší než požadovaná, otevře se tranzistor T_2 . Monostabilní klopný obvod pak dodá z výstupu 13 impuls konstantní úrovně, který otevře tranzistor v sérii s motorkem a motorek je napájen do té doby, dokud se jeho rychlost nezvětší na požadovanou velikost. Jako T_4 byl zvolen germaniový tranzistor AD142 pro jeho malé saturační napětí při velkých proudech.

Dioda D_1 odděluje výstup 13 integrovaného obvodu od přechodu báze-emitor T_3 , aby jeho napětí neovlivňovalo stav výstupu IO. Jako D_1 je pro snadné ovládání činnosti T_3 nutné použít germaniovou diodu se zlatým hrotem (OA5, OA9, GAZ51).

Protože se při odpojení napájecího napětí motorku může objevit na jeho vývodech záporné napětí (špičaté impulsy), je do regulátoru zapojen i druhý monostabilní obvod z čipu 74123; ten zabráňuje činnosti prvního monostabilního obvodu, dokud tyto záporné impulsy nezaniknou, tj. dokud není na svorkách motorku pouze napětí, generované při činnosti motorku jako dynamo.

K napájení motorku a regulátoru jsou použity oddělené články NiCd, aby se předešlo možným interferenčním problémům (od-

běr velkého proudu motorkem by mohl ovlivnit činnost regulátoru).

Pouze pro úplnost: 74123 je dvojitý monostabilní klopný obvod, jehož výstupní impulsy (jejich trvání a přesnost) lze ovlivnit vnějšími časovacími prvky. K nám se dovážel (a dosud dováží) z PLR. Jeho podrobný popis a zapojení bylo uvedeno v AR řady B, č. 5/1978.

Regulátor byl postaven (kromě tranzistoru T_4) na jedné desce s plošnými spoji; T_4 vyžaduje chladič podle odběru proudu motorkem.

Practical Electronics, srpen 1978

Zajímavé integrované obvody

Monolitické regulátory malých motorek na stejnosměrné napětí

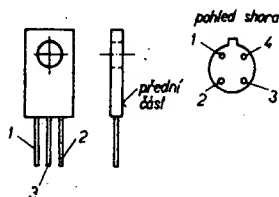
Pro malé stejnosměrné motorky s trvalými magnety (jaké se používají např. v kazetových magnetofonech apod.) vyrábí firma Thomson-CSF integrované regulátory rychlosti otáčení, které velmi zjednodušují řídicí obvody, používané ke stabilizaci rychlosti otáčení těchto motorek. K dispozici jsou typy TCA900 a TCA910 v plastickém pouzdře se třemi vývody podle obr. 59. Vývod 1 je kladné napájecí napětí, vývod 2 výstup na motorek, vývod 3 0 V a substrát. V provedení jako ESM900 a ESM910 jsou tyto obvody v kovovém pouzdře se čtyřmi vývody (obr. 59), vývod 1 je výstup, vývod 2 kladné napájecí napětí, vývod 3 slouží k ovládání chodu motoru (start-stop) a na vývodu 4 je substrát (0 V).

Obvody TCA900 a TCA910 se liší především napájecím napětím, první z nich pracuje s napájecím napětím maximálně 14 V; je určen především do přístrojů na bateriový pohon při napětí od 5,5 do 12 V. Obvod TCA910 může pracovat při napájecím napětí až 20 V – je vhodný pro přístroje s pracovním napětím do 18 V.

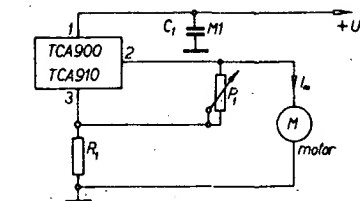
Obvody ESM900 a ESM910 jsou podobné, jsou pouze navíc vybaveny obvodem, kterým lze zastavit posuv pásky (tj. motor přístroje), přivede-li se odpovídající signál na příslušný vývod.

Napájecí napětí obvodů ESM odpovídá napětí obvodů TCA, tj. u typu 900 je max. 14, u 910 max. 20 V. Při návrhu chladiče pro integrované obvody platí, že ztrátový výkon, který může vyzařít obvod v kovovém pouzdře při teplotě okolí 60 °C je asi 0,5 W, za stejných podmínek obvod v pouzdře z plastické hmoty vyzařuje 0,8 W (bez chladiče). S chladičem o teplotním odporu 15 °C/W při teplotě okolí do 70 °C vyzařuje obvod v plastickém pouzdře až 3,3 W.

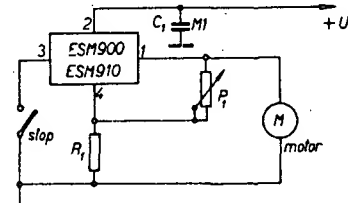
Základní zapojení obvodů je na obr. 60. Požadovaná rychlost otáčení motorku se nastavuje odporovým trimrem (asi 2 až 5 kΩ). Obvod může být použit (kterýkoli



Obr. 59. Základní typy pouzder a umístění vývodů monolitických regulátorů rychlosti otáčení malých stejnosměrných motorek (typy TCA900 a 910, ESM900 a 910)



Obr. 60. Zapojení obvodů TCA900 a TCA910 v kazetovém magnetofonu



Obr. 61. Zapojení obvodů ESM900 a ESM910 v kazetovém magnetofonu

z popisovaných IO) ve spojení s motorkem o maximálním proudem 0,5 A. Napětí mezi

vývody 1 a 2 nesmí být menší než asi 1,5 V (tj. napájecí napětí musí být nejméně o 1,5 V větší než pracovní napětí motorku, především s ohledem na úbytek napětí na integrovaném obvodu při protékajícím pracovním proudem motorku). Odpor R_1 se má volit tak, aby byl asi $8,5 \times$ větší, než je stejnosměrný odpor vinutí motorku; je-li větší, může obvod oscilovat, je-li menší, mění se rychlost otáčení motorku v závislosti na zátěži. Typický je odpor R_1 v mezích 100 až 400 Ω.

Obvod ESM900, popř. 910 se používá v zapojení podle obr. 61. Zapojení i návrh vně připojených součástek odpovídá popisu u obvodů typu TCA; navíc je u těchto regulátorů jen vývod, jímž lze ovládat chod motorku. Je-li tedy vývod 3 připojen na zem (např. přes vodivou fólii na konci pásky nebo jiný kontakt v páskové dráze), přeruší se přívod napájecího napětí a motorek se zastaví. Typický proud, který musí projít kontakty spínače, aby se motorek zastavil, je asi 2 mA. Jakmile se kontakt na zem rozpojí, motorek se opět roztáhne.

V některých případech se u těchto regulátorů používá k určení odporu R_1 vztah $R_1 = 10 \times$ odpor motorku – závisí to na konstrukci a na napájecím napětí.

Firemní literatura Thomson-CSF

Konstrukční část

Časový spínač a čítač pro temnou komoru

Když jsem asi po čtvrté počítal, stoje u zvětšovacího přístroje, potichu do čtyřiceti, uvědomil jsem si, že je „s tím třeba něco udělat“. Bylo mi líto takto zbytečně tráveného času, který by bylo možno použít na jiné práce v temné komoře – např. k přípravě dalších snímků, k promíchávání lázní apod. Domnívám se, že každý, kdo dělá čas od času větší množství kopií, pocítí potřebu poměrně přesného a opakovatelně nastavitelného časového spínače ke kontrole a řízení nejrušnějších prací v temné komoře, především při vyvolávání negativů a zhotovování pozitivů. Vhodně navržený univerzální časový spínač se samozřejmě uplatní i při jiných pracích, nikoli pouze ve fotografii.

Obvykle se doporučuje začít přípravné práce před vlastní konstrukcí studiem literatury, aby nebylo třeba pracně vymýšlet něco, co je již vymyšleno, a aby se vytříbila představa o činnosti toho či onoho přístroje. Výsledkem studia literatury je popis zapojení několika zahraničních konstrukcí časových spínačů pro temnou komoru, které byly uvedeny na předchozích stránkách. Každý z popisovaných přístrojů má určité přednosti a z mého hlediska i určité nevýhody; když jsem posuzoval vlastnosti oněch přístrojů a vážil je z hlediska zamýšleného použití přístroje, dospěl jsem asi k těmto základním požadavkům, které jsem chtěl, aby byly u časového spínače splněny:

- možnost volit časy v rozmezí 1 sekunda až asi 10 minut,
- možnost exponovat s jednou nastaveným časem libovolný počet snímků, a to bez jakéhokoli dalšího nastavování,
- co nejmenší obsluha s co nejmenším počtem ovládacích prvků,
- možnost průběžně zjišťovat, jaká část nastaveného času uplynula od sepnutí přístroje (tento požadavek vyplývá z nutnosti znát dobu, po níž se to či ono místo snímku v případě potřeby nadržuje, neboť doba nadržování nemá být delší než asi polovinu celkové expoziční doby),

- konstrukce z pokud možno dostupných součástek,
- možnost připojit světelnou či zvukovou signalizaci (při vyvolávání filmů),
- bezpečnost provozu vzhledem k prostředí, v němž se přístroj bude používat.

První z požadavků lze splnit celkem snadno a bez problémů, a to u jakékoli konstrukce.

Druhý požadavek lze většinou také snadno splnit, aniž by to přinášelo nějaké problémy při konstrukci.

Třetí požadavek je třeba uvažovat při konkrétní konstrukci, při návrhu přístroje s konkrétními součástkami. Vzhledem k zamýšlenému použití je zřejmé, že by přístroj neměl mít více než čtyři ovládací prvky – hlavní spínač, nastavení času, spouštění a „stop“. Již předem jsem totiž vyloučil jakékoli „automatiky“, např. tu, která je popsána u časového spínače na obr. 66 (druh expoziční automatiky, využívající různé osvětlení fotoodporu po průchodu světla negativem ke stanovení expoziční doby).

Další požadavek vyžaduje použití nějaký indikační prvek – buď měřidlo, nebo elektronický displej (digitrony, popř. LED). U měřidla by byly problémy s jeho osvětlením, použijí-li se digitrony nebo LED, mělo by jejich světlo stačit i k osvětlení přepínače, jímž se nastavuje požadovaná doba sepnutí přístroje. Kromě toho je údaj na elektronickém displeji čitelný již z relativně velké vzdálenosti (v temné komoře je ho třeba číst ze vzdálenosti asi 1 až 2 m, podle umístění přístrojů).

K dalším bodům není třeba již cokoliv dodávat – snad jen pokud jde o zvukovou signalizaci – nejvhodnější je zdvojit výstupní zásuvku a k signalizaci používat běžný zvonek na střídavý proud.

Návrh zapojení

Dosud uveřejněné časové spínače (v AR) pro temnou komoru měly obvykle jako vlastní časovací článek kombinaci odporu a kondenzátoru – kondenzátor se nabíjel

přes odpor ze zdroje proudu a na velikosti odporu závisela celková doba nabíjení a tím doba sepnutí spínače. V časovacích člancích RC se jako C používá obvykle elektrolytický kondenzátor, který bývá nejčastější příčinou různých nesnází – jeho kapacita má vzhledem k jmenovité kapacitě, uvedené na pouzdře, značnou toleranci, kondenzátory velkých kapacit mívají velký svodový proud, jejich kapacita se mění s časem atd. Kromě toho přesně kalibrovat proměnný prvek článku RC není také většinou jednoduché.

Nesnázě s kalibrací a s výběrem součástek lze obejít tím, že zvolíme jako časový „standard“ nějaký signál, jehož úroveň se mění s časem, a u něhož je tato změna vždy stálá – elektrovodnou síť. I když se kmitočet sítě u nás během dne mění, bude v krátkých časových úsecích přesnost přístroje řízeného kmitočtem sítě asi vždy lepší, než přesnost přístroje s časovacími články RC. Návrh využít jako kmitočtového standardu kmitočet sítě má vzhledem k mým původním představám o přístroji jen jediný nedostatek – chtěl jsem původně odstupňovat spínací doby po 1/2 nebo 1/3 clonového čísla, tj. buď 2, 3, 4, 5, 5, 8, 11 atd. sekund, nebo 2, 2, 5, 3, 4, 5, 5, 8, 10, 13 atd. sekund. To však nelze v daném případě uskutečnit (alespoň ne jednoduchými prostředky).

Z uvedených požadavků a z použití sítě jako kmitočtového normálu vychází nutnost používat ke konstrukci číslicové integrované obvody. Integrované děličky umožní bez nesnází získat impulsy 1 s, které lze použít k ovládání asynchronních čítačů. Z těchto čítačů, které jsou u nás k dispozici, jsem zvolil vratné čítače typu MH74192, které umožňují čítání vpřed, čítání vzad a nulování a nulování. V praxi to znamená, že jimi osazený přístroj může pracovat jako čítač, čítající sekundové impulsy od nuly po jedné sekundě až do zvolené horní meze času (jako požadavek byla horní mez 10 minut), i jako časový spínač, který odčítá čas od nastaveného po jedné sekundě až do nuly.

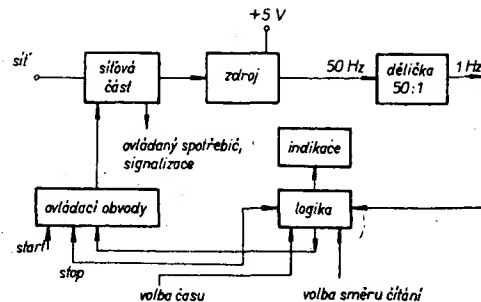
Jedno pouzdro MH74192 obsahuje čtyři klopné obvody typu master-slave a řídicí logiku. Úroveň výstupů klopných obvodů se mění při přechodu úrovně log. 0 na log. 1 na jednom z čítacích vstupů. Směr čítání je určen tím, na který z čítacích vstupů jsou přiváděny čítané impulsy, na druhém z čítacích vstupů musí být úroveň log. 1. Jak jsem již uvedl, čítač umožňuje i předvolbu, tzn. že výstupy mohou být nastaveny na zvolenou úroveň zapsáním potřebných signálů na vstupu předvolby, je-li vstup nastaven předvolbou na úroveň log. 0. Výstupy se pak budou měnit souhlasně se vstupy pro předvolbu nezávisle na čítacích impulsích.

Všechny výstupy čítače lze nastavit na úroveň log. 0 (nulovat), přivede-li se na vstup nulování (R, reset) signál o úrovni H, tj. log. 1. Nulování přitom převládá nad nastavením předvolby, vstup předvolby a čítacích vstupů. Základní funkční tabulka čítače MH74192 je uvedena dále: (H... log. 1, L... log. 0, x... libovolný stav, h... hodinový impuls, změna z úrovně log. 0 na log. 1)

nulování	nastavení předvolby	čítání vpřed CU	čítání vzad CD	činnost
R	L			
H	x	x	x	nastavení L as.
L	L	x	x	nastavení L as.
L	H	H	H	beze změny
L	H	h	H	čítání vpřed
L	H	H	h	čítání vzad

Informace na vstupy MH74192 (data) je třeba přivést v kódu BCD, informace na

Obr. 1. Blokové schéma spínače a časovače pro temnou komoru



výstupech je ve stejném kódu; jak je však z popisu zřejmé, „umí“ integrovaný obvod v podstatě vše, co jsem od časového spínače požadoval (navíc je k dispozici ve funkci čítače). Nyní je již možno nakreslit blokové schéma přístroje a určit, jaké další funkční celky v něm budou třeba (aby splňoval dříve uvedené požadavky). Blokové schéma je na obr. 1.

Popis činnosti podle blokového schématu

Síťová část musí obsahovat běžné součástky jako síťový spínač, pojistku, indikátor zapnutí (není bezpodmínečně nutný), vývod napětí pro ovládaný spotřebič (žárovka zvětšovacího přístroje, zvukové signalizační zařízení), spínaný prvek, který bude ovládaný spotřebič připojovat k síti a případně odrušovací prvky. K připojování zvětšovacího přístroje k síti by bylo možné použít relé s kontakty pro 220 V, 50 Hz, nebo bezkontaktní prvek – triak. Vzhledem k tomu, že na trhu není relé pro 5 V s kontakty, které by mohly spínat síťové napětí a relativně velký proud (žárovka zvětšovacího přístroje je obvykle 150 až 500 W), rozhodl jsem se použít triak, neboť jsem se chtěl vyhnout problémům s dalším vinutím na síťovém transformátoru; síťový transformátor má tedy jako sekundární vinutí pouze vinutí k získání napájecího napětí pro integrované obvody.

V síťové části musí být též spínač, umožňující trvale rozsvítit žárovku zvětšovacího přístroje bez ohledu na stav triaku (např. při zaostřování). S ohledem na bezpečnost je také třeba použít jako přívod sítě třípramennou šňůru a zástrčku s uzemňovacím kolíkem (uzemňovací kolík musí být samozřejmě připojen i v zásuvce, k připojování přístroje je třeba nepoužívat různé rozbojky a „roztroušky“, neboť v těch není zajištěno správné pořadí fáze, nulového a zemnicího vodiče sítě).

Zdroj ss napětí

Sekundární napětí síťového transformátoru (9 V) se usměrní (jednocestně), vyhladí a stabilizuje a stabilizované napětí opět filtruje proti rušivým špičkám. K napájení integrovaných obvodů je třeba napětí asi 4,7 až 5,1 V, pokud možno stabilní, neměnné se se zátěží. Jako stabilizátor lze použít některý z dříve popsaných stabilizátorů pro výstupní napětí 5 V z diskretních součástek, nebo s výhodou značně jednodušeji montáže i úspory místa integrovaný stabilizátor typu MA7805 TESLA, který je odolný proti zkratu i přetížení a celou konstrukci velmi zjednoduší. Jeho maximální výstupní proud je 1 A, což by podle předběžného odhadu mělo s rezervou stačit k napájení přístroje; pro tento proud je také navrženo i sekundární vinutí síťového transformátoru.

Dělička kmitočtu

Pro logiku jsou třeba impulsy 1 Hz. Protože je k dispozici síťové napětí 50 Hz, je

vstupní signál pro děličku odebírán ze sekundárního vinutí síťového transformátoru, veden přes omezovací odpory na Zenerovu diodu se Zenerovým napětím od 4,5 do 5 V, která původně sinusové napětí upraví na signál podle obr. 2. Dolní úroveň signálu není sice přesně nulová (vzhledem k voltampérové charakteristice diody), ale výrobci polovodičových součástek zaručují, že jako úroveň log. 0 může sloužit každé napětí menší než 0,8 V.

Dělička je sestavena ze dvou pouzder typu MH7490, z nichž každé obsahuje děličku pěti a klopný obvod, děličku dvěma. První dělička dělí pěti, na jejím výstupu je tedy signál o kmitočtu 10 Hz, druhá dělí jak pěti, tak dvěma – na jejím výstupu jsou tedy impulsy 1 Hz, tedy signál pravoúhlého průběhu s úrovní log. 0 a log. 1 s periodou 1 sekunda. Tento signál je pak čítán v logické části přístroje.

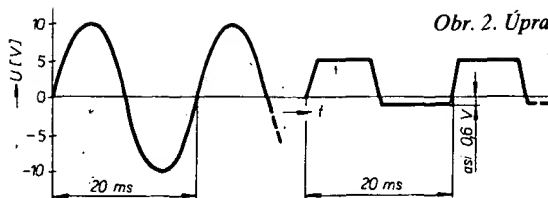
Logická část

Logika časového spínače se skládá ze tří synchronních vratných čítačů MH74192, lze tedy čítat časy od 1 do 999 sekund, tedy od 1 sekundy do 16,65 minut (16 minut, 39 sekund). To vyhoví jak pro vyvolávání filmů, tak pro kopírování. Bylo by samozřejmě možné přidat ještě jednu MH74192 a tak získat možnost volby času v rozmezí 1 sekunda až 166,65 minut, tak dlouhé časy však nejsou většinou pro daný účel třeba.

Vratné čítače pracují tak, že čítají od 0 do 9 (nebo opačně) a pak přenesou výstupní signál (BO, borrow, popř. CA, carry, podle druhu čítání – vpřed, či vzad) na další stupeň, na další čítač. Jak je zřejmé z předchozí tabulky, lze snadno měnit směr čítání změnou vývodu, na který se přivádějí čítané impulsy. Vstup pro čítání vpřed se označuje CU (count up, čítání vpřed, nebo též nahoru), vstup pro čítání vzad se označuje CD (count down, čítání vzad, nebo také dolů) – viz katalog TESLA.

Pracují-li čítače v sériovém módu (jeden bit za jednotku času), mohou být přednastaveny paralelním způsobem (všechny čtyři bity, které představují desítkové číslo, jsou na obvod přivedeny najednou, ve stejný okamžik). Tato skutečnost umožňuje použít MH74192 jako časový spínač. Obsah čítače se objeví jako paralelní čtyřbitová binární kódovaná desítková číslice na čtyřech výstupech IO (vývody 2, 3, 6 a 7) a může být po dekódování zobrazen na displeji.

V navrženém přístroji jsou použity tři MH74192, zapojené v sérii. Má-li jejich činnost vzájemně navazovat, je třeba spojit jejich výstupy a vstupy takto: výstupy 12 a 13 (CA, carry, výstup přenosu nahoru, BO, borrow, výstup přenosu dolů) jsou u čítače jednotek sekund připojeny ke vstupům 5 a 4 (CU, čítání vpřed a CD, čítání vzad) čítače desítek sekund a výstupy 12 a 13 čítače



Obr. 2. Úprava sinusového napětí Zenerovou diodou

desítek sekund jsou připojeni opět na vstupy 5 a 4 čítače stovek sekund. Pro úplnost je na obr. 3 stavový diagram čítání MH74192. Výstupní signál z čítačů se vede na indikační jednotku (obr. 4).

Indikace

Jako indikační jednotku lze zvolit buď digitrony nebo displej ze svítivých diod. Digitrony poskytují číslice značně větší, než jaké jsou na displeji ze svítivých diod, značnou nevýhodou je potřeba velkého anodového napětí; to vyžaduje buď další sekundární vinutí na síťovém transformátoru, nebo použít jako anodové napětí usměrněné napětí sítě – pak je ovšem celý přístroj spojen přímo se sítí se všemi nepříznivými důsledky (nutnost pečlivě izolovat všechny ovládací prvky, skříně z plastické hmoty atd.). Možné alternativy zapojení indikační jednotky jsou na obr. 5.

Ovládací obvody

Ovládací obvody musí zajišťovat požadované funkce podle základních požadavků na přístroj: přístroj kdykoli vynulovat při jeho činnosti jako čítače, zastavit příchod čítaných impulsů podle potřeby a ovládat činnost bezkontaktního spínače žárovky – triaku. Základem ovládacích obvodů je pouzdro MH7410, trojice trístupových hradel NAND.

Dvě hradla z pouzdra MH7410 jsou zapojena jako klopný obvod, jehož stav lze měnit buď příslušnými spínači (tlačítka), nebo výstupními signály borrow (přenos dolů), popř. carry (přenos nahoru), pracuje-li přístroj jako časový spínač, nebo jako čítač, a to ze „stovkového“ čítače MH74192. Do výchozího stavu (set) se klopný obvod nastavuje tlačítkem START, T_1 , a překloupit ho (reset) lze tlačítkem nulování T_2 (STOP), nebo signálem z výstupu BO, popř. CA čítače MH74192, který čítá stovky sekund (podle polohy přepínače Př, jímž se volí směr čítání). Výstupní signály z klopného obvodu a z tlačítka START se porovnávají podle logické funkce OR s impulsy na vstupu hradla IO_3 (1 Hz), aby se zamezilo přístupu těchto impulsů do čítače, je-li klopný obvod v překlopeném stavu, nebo je-li stisknuto tlačítko START.

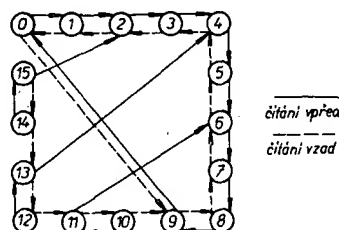
Výstupní signál klopného obvodu ovládá činnost relé Re prostřednictvím spínacího tranzistoru KC508, popř. KS500. Toto uspořádání izoluje ovládací část přístroje s logikou od sítě. Kontakt relé pak spíná přes odpor 220 Ω řídící elektrodu triaku k síti, čímž se triak uvede do vodivého stavu – rozsvítí se žárovka zvětšovacího přístroje. Paralelně ke kontaktům relé je zapojen jednopólový síťový spínač, kterým lze rozsvítit žárovku zvětšovacího přístroje bez ohledu na stav ovládací části přístroje (např. při zaostřování apod.).

Přístroj jako čítač

Při používání přístroje jako čítače je třeba nejdříve stisknout tlačítko nulování (STOP).

Klopný obvod bude pak v překlopeném stavu, což znamená, že na jeho výstupu, který je spojen se „startovacím“ vstupem hradla IO_3 , bude úroveň log. 0 – to má za následek, že na výstupu hradla bude úroveň log. 1. Tento signál (log. 1) je i na vstupu CU (čítání vpřed) asynchronního čítače MH74192, který čítá jednotky sekund; na displeji se objeví 000 (tři nuly). Výstupy CA (carry, přenos nahoru) všech tří čítačů mají úroveň log. 1 a signál log. 1 je i na vstupu klopného obvodu.

Stiskneme-li pak tlačítko START, bude sice na startovacím vstupu hradla IO_3 stále

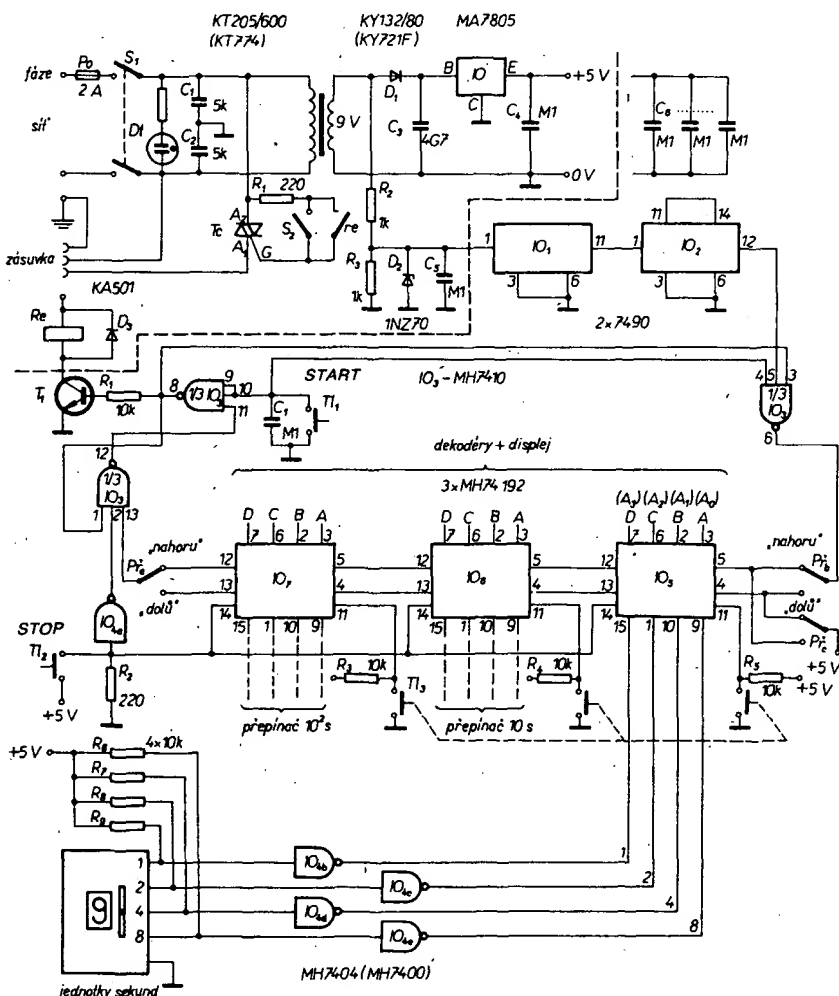


Obr. 3. Stavový diagram asynchronního čítače MH74192

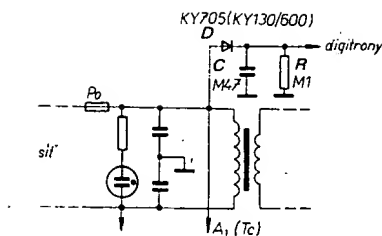
úroveň log. 0, avšak klopný obvod se překloupí do výchozího stavu, takže na jeho výstupu bude úroveň log. 1. Tato úroveň se při návratu tlačítka START do výchozí polohy přenesení na „startovací“ vstup hradla IO_3 , takže na jeho výstupu se objeví impulsy 1 Hz z děliče kmitočtu. Tyto impulsy jsou čítány integrovanými čítači MH74192 s tím, že po každém 9. impulsu následuje přenos nahoru (carry), a to jak z čítače jednotek sekund na čítač desítek sekund, tak z čítače desítek sekund na čítač stovek sekund. Zde je třeba podotknout, že údaj na displeji se může od skutečně uplynulého času lišit až o 1 sekundu, neboť čítač začne být inkrementován až tehdy, bude-li mít přicházející signál 1 Hz úroveň log. 1 (bez ohledu na to, v kterém úseku průběhu impulsu 1 Hz předcházející sekundy se tlačítko vrátilo do rozpojené polohy).

Přístroj jako časový spínač

Činnost přístroje jako časového spínače je podobná. Přepínač směru čítání je však v poloze „dolů“ (vzad), což znamená, že vstupní impulsy 1 Hz jsou přiváděny na vstup 4 prvního asynchronního čítače MH74192. Na vstup klopného obvodu je tedy přiváděn signál z výstupu BO, přenos dolů (borrow). Logické obvody se vynulují jako v prvním případě tlačítkem nulování (STOP), pak se každá číslice čísla v sekundách, tj. doby, po níž má svítit žárovka zvětšovacího přístroje, nastaví na palcovém přepínači BCD a příslušný signál se zavede (přes invertory) do vstupů pro předvolbu asynchronních čítačů stisknutím trojice tlačítek, které ovládají úroveň na vstupech nastavení předvolby.



Obr. 4. Schéma zapojení časového spínače a čítače pro temnou komoru



Chceme-li tedy např. osvit po dobu 23 sekund, vynulujeme tlačítkem čítače, nastavíme na palcových přepínačích BCD číslice 023, tj. na „stovkovém“ nulu, na „desítkovém“ dvojku a na „jednotkovém“ trojku. Stiskneme-li pak trojici tlačítek, ovládajících vstupy předvolby, objeví se zvolené číslo na displeji. Po stisknutí tlačítka START sepne relé a impulsy 1 Hz z děličky vyprazdňují přednastavené asynchronní čítače MH74192 směrem k nule. Objeví-li se na všech místech displeje nuly, hodinový signál na vstupech CD má úroveň log. 0, stejná úroveň bude i na všech výstupech BO a tedy i na vstupu klopného obvodu. Klopný obvod se překlápí. Tranzistor bude uveden do nevodivého stavu, relé odpadne a žárovka zvětšovacího přístroje zhasne.

V tomto případě, protože úroveň impulsu hodinového signálu se změní na log. 0 půl sekundy po okamžiku, v němž tento impuls o úrovni log. 1 vynuloval čítač jednotek sekund, je výstupní signál pro zhasnutí žárovky zpožděn proti skutečnosti o 0,5 s. Vezme-li v úvahu obě chyby indikace (0 až -1 s vlivem tlačítka START a 0,5 s vlivem přechodu hodinového signálu z úrovně log. 1 na log. 0), je celková přesnost přístroje $\pm 0,5$ s, což je jistě pro dané použití a při nejčastěji používaných časech zcela zanedbatelné.

Mechanická konstrukce

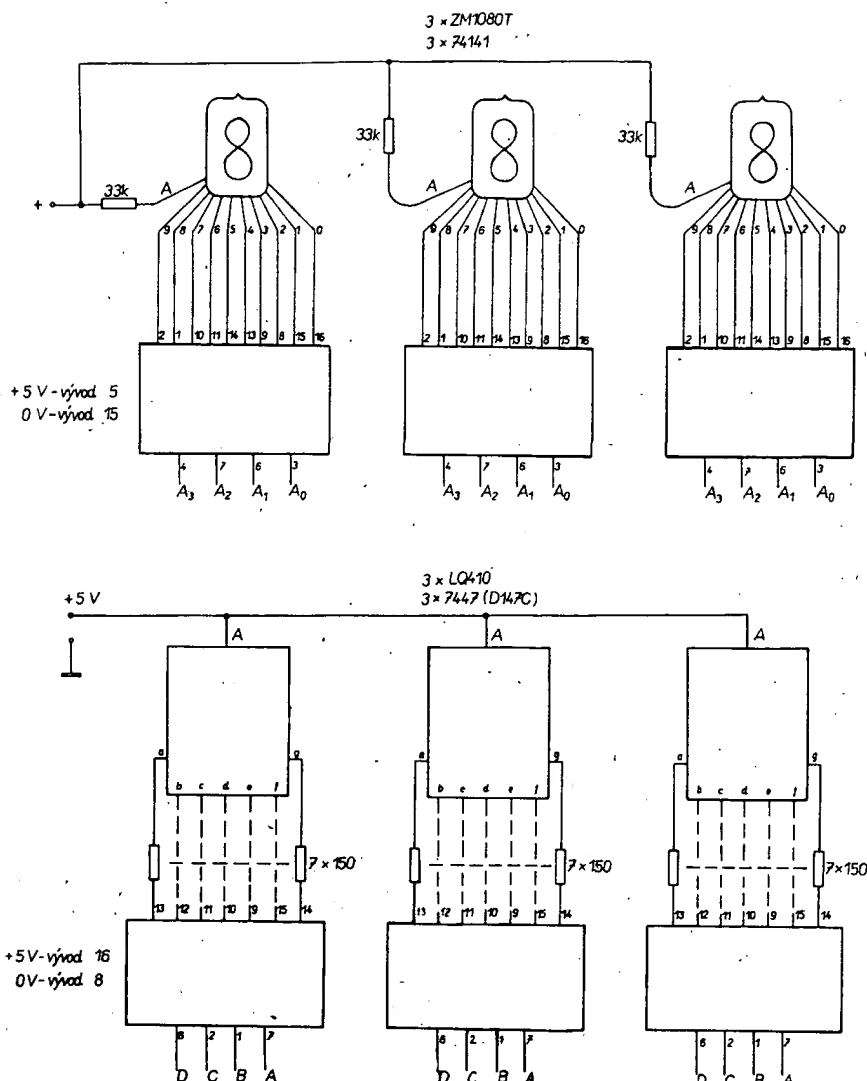
Uspořádání přístroje odpovídá obr. 6, na němž je zřejmé rozmístění ovládacích prvků a umístění displeje. Vzhledem k tomu, že jsem časový spínač „vyráběl“ pouze v jednom vyhotovení, upustil jsem od návrhu desky s plošnými spoji a k zapojování součástek jsem použil univerzální desku s plošnými spoji.

Při konstrukci jsem provedl několik změn proti schématu na obr. 4 – jako invertory jsem použil tři pouzdra MH7400, která jsem měl v „šuplíku“, a nikoli dvě pouzdra invertorů MH7404. Ať se již použije MH7404 (2 ks) nebo MH7400 (tři kusy), je třeba ještě jeden invertor navíc do řídicí části (celkem je v zapojení třeba 13 invertorů) – ten je možno realizovat např. hradlem z částečně vadného pouzdra MH7400, nebo použít jako invertor tranzistor v zapojení podle obr. 7. Zapojení jsem v praxi nezkoušel; při jakýchkoli problémech by bylo třeba zkusit změnit odpor v bázi tranzistoru.

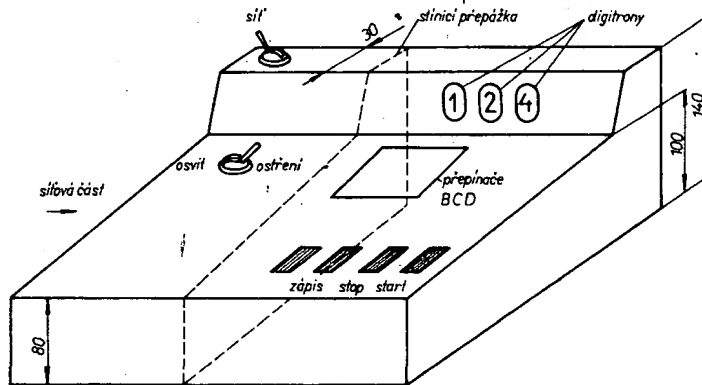
Ke snadnému zhotovení přístroje by měl pomoci i přehled uspořádání vývodů jednotlivých IO, které jsou v přístroji použity, a vývodů digitronů ZM1080T (obr. 8).

Pro úplnost je u obr. 5 zapojení síťové části, použije-li k napájení anod digitronů jednoduše usměrněné síťové napětí – v takovém případě upozorňuji důrazně na nutnost zhotovit skříňku z plastické hmoty nebo ze dřeva, zabezpečit, aby obsluha nemohla přijít do styku se žádnými z kovových dílů přístroje, a jako přívod sítě použít třípramennou síťovou šňůru se zástrčkou se zemním kolíkem.

Tlačítka lze použít libovolná, jako spínač sítě a spínač k překlenutí kontaktů relé jsou nejvhodnější páčkové přepínače.



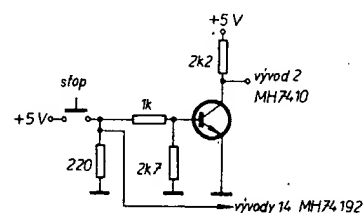
Obr. 5. Zapojení indikační jednotky (vlevo nahoře zdroj napětí pro digitrony)



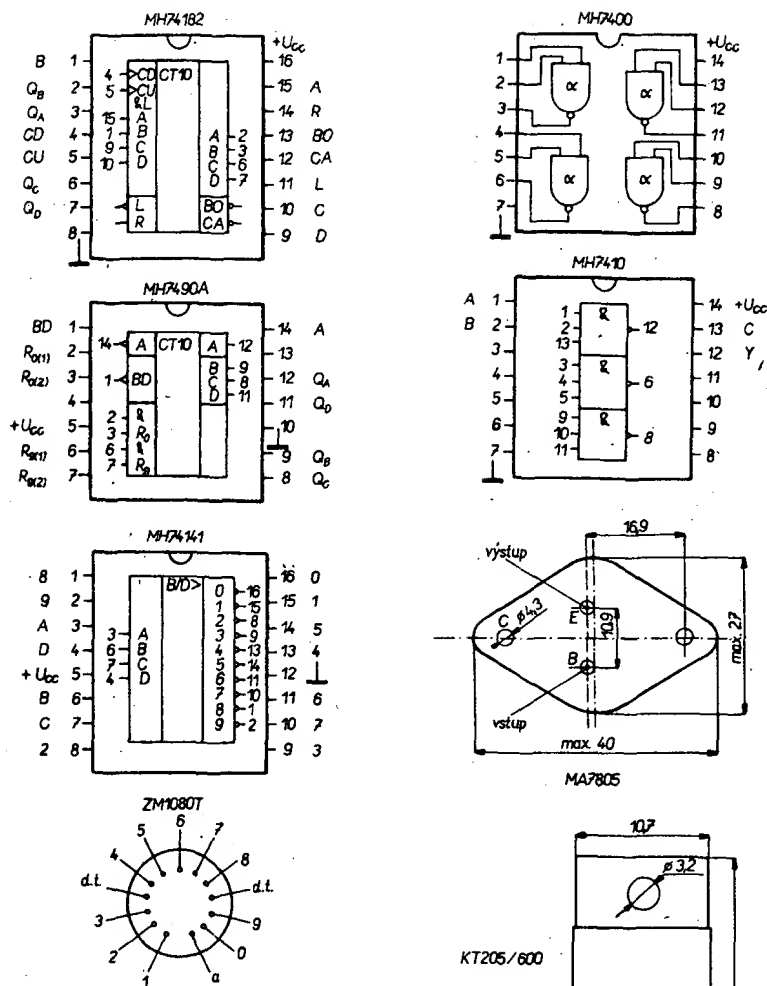
Obr. 6. Uspořádání ovládacích prvků na skřínce

Problémy jsou s relé. V maloobchodním prodeji není ani jedno relé, které by mělo cívkou pro napětí kolem 5 V a jehož kontakty by mohly spínat síťové napětí. V prototypu přístroje jsem proto použil jazyčkové relé. To má sice maximální povolené napětí na kontaktech asi 125 V, v přístroji však pracuje po dobu více než 3/4 roku bez závady.

Pokud jde o síťový transformátor, je ho třeba navinout – v prototypu byl použit transformátor na jádře M64, primární vinutí má 3000 závitů drátu o průměru 0,15 mm CuL, sekundární 130 závitů drátu o průměru 0,7 mm CuL. K oddělení síťové části by stačilo použít transformátor větších rozměrů, aby na sekundární stranu bylo možno navinout ještě vinutí asi 150 V/10 mA – pak by



Obr. 7. Tranzistor jako invertor



Obr. 8. Zapojení vývodů použitých aktivních prvků a digitronů

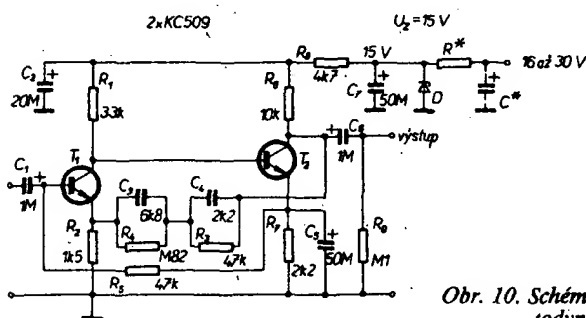
bylo možno použít kovovou skříňku a omezit ostatní bezpečnostní zásady.

Podle počtu obvodů, podle druhu relé a podle zvolené indikace (digitrony – displej LED) je třeba, použije-li se jako stabilizátor napětí 5 V integrovaný obvod MA7805, zvolit velikost chladiče pro IO. Stejně tak je třeba zvolit vhodný triak a jeho chladič podle žárovky ve zvětšovací přístroji.

Jak jsem uvedl, přístroj slouží svému účelu velmi uspokojivě a navíc umožňuje případným zájemcům možnost vlastní tvořivé práce: lze vypustit např. triak a spínat zátěž přímo kontakty vhodného relé (např. typu RP100, bylo by ovšem třeba další vinuti na síťovém transformátoru pro 12 nebo 24 V), místo palcových přepínačů BCD s neinvertovanými výstupy (tj. typu TS 211 02 nebo TS 211 03; by bylo možno použít přepínače s invertovanými výstupy (TS 211 09 nebo TS 211 10), vypustit invertory a výstupy přepínačů připojit přímo na vstupy asynchronních čítačů, nebo použít uspořádání podle obr. 9; v druhém případě je si však třeba uvědomit, že se tímto uspořádáním zvětší odběr proudu ze zdroje 5 V, neboť místo přes odpor 10 kΩ se kladný pól napájecího napětí 5 V spíná na zem přes kontakty přepínače a přes odpory asi 220 Ω. Ušetří se ovšem buď tři pouzdra MH7400 nebo dvě pouzdra MH7404. K palcovým přepínačům patří také bočnice a svorníky; bočnice slouží

k ochraně boků přepínačů a k uchycení přepínačů do panelu, svorníky zpevňují sestavu přepínačů – jejich objednací čísla jsou WF 251 00 nebo WF 251 39 (bočnice vnější, odstín šedý, popř. černý), WF 251 01 popř. WF 251 40 (bočnice vnitřní, odstín šedý, popř. černý), kryt doplňovací má číslo WA 251 46, popř. WA 251 37 (odstín šedý, popř. černý). Svorníky pro tři přepínače mají objednací číslo WA 087 04.

Bylo by možné samozřejmě použít pouze jeden otočný číslicový spínač (jak zní oficiální název palcového přepínače BCD). V tom případě by k jeho výstupům byly připojeny odpovídající vstupy všech asynchronních čítačů – jednotlivé číslice zvoleného čísla (sekund) by se pak musely nastavovat na přepínači postupně a vždy po nastavení by je bylo třeba postupně „zapsat“ stisknutím tlačítka, jímž se připojuje vstup nastavení předvolby asynchronních čítačů se zemí (log. 0).



Obr. 9. Záměna přepínačů BCD s invertovanými (doplňkovými) výstupy za běžné přepínače BCD

Protože jsou otočné číslicové přepínače minimálně používány v publikovaných konstrukcích, najde zájemce jejich základní údaje v brožurě TESLA Lanškroun „Součástky pro elektroniku 1976 – dodatek“ (základní typy) a v brožurě TESLA Lanškroun „Novinky 1979 a součástky z dovozu“, v níž jsou i údaje dalších zajímavých součástek, např. tuzemských optoelektrických spojovacích členů atd.

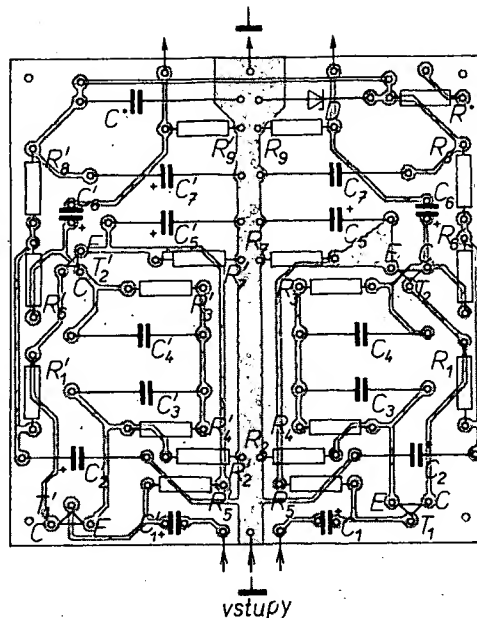
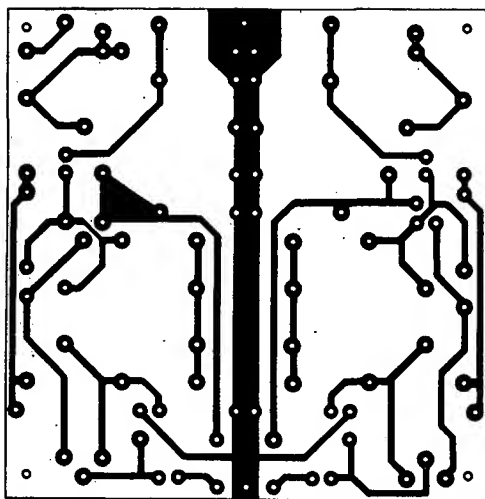
Nakonec ještě k určení odběru proudu ze zdroje napětí 5 V údaje méně používaných integrovaných obvodů: MH74192 může mít napájecí napětí až 5,2 V, typický ztrátový příkon je 325 mW, tj. odebírá při 5 V ze zdroje proud asi 65 mA, odběr ze zdroje pro invertory MH7404 je při $U_{cc} = 5$ V a pro log. 0 asi 30 mA, pro log. 1 asi 10 mA, pro MH7490 asi 40 mA, MH7410 asi 30 mA.

Předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku

Doposud bylo v AR i jinde popsáno značné množství nejrozumnějších předzesilovačů pro korekci záznamu z gramofonových desek, snímáního tzv. magnetodynamickými přenoskami. Podrobně jsem teorii těchto předzesilovačů uvedl v posledních Zajímavých zapojeních (v AR řady B, č./1978), kde byl uveden i stavební návod na třítřanzistorový předzesilovač – z dnešního hlediska je však stavba uvedeného předzesilovače problematická, a to proto, že stále není k dispozici tuzemský křemíkový tranzistor vodivosti p-n-p malého výkonu (komplementární k typu KC509, popř. KC508, KC507). Dovozy zahraničních tranzistorů je (pokud jde o jejich maloobchodní prodej) velmi nepravidelný; postavit předzesilovač je tedy velmi obtížné a vyžaduje to značnou trpělivost při shánění součástek.

Z uvedených důvodů (a také proto, že je o tento druh předzesilovačů stálý zájem, neboť prodávány předzesilovače je velmi drahý) jsem vyzkoušel dvoutranzistorový předzesilovač, který má velmi dobré parametry, a který lze postavit s běžnými součástkami. Jeho zapojení je na obr. 10 a deska s plošnými spoji na obr. 11.

Součástky předzesilovače byly vzhledem k co nejmenšímu šumu navrženy pro napáje-



Obr. 11. Deska s plošnými spoji předzesilovače (O204)

ci napětí 15 V – proto je v přívodu napájecího napětí předzesilovače zapojena Zenerova dioda (libovolný typ se Zenerovým napětím 15 V). Podle typu diody a napětí, které je v gramofonu, přijímači nebo v zesilovači k dispozici, jak pak třeba zvolit odpor R' tak, aby Zenerovou diodou protékal jmenovitý Zenerův proud (je u každého typu uveden v katalogu).

Dostatečně přesně lze odpor vypočítat z Ohmova zákona (zanedbáváme proud, odebíraný předzesilovačem, který je asi 2 až 3 mA)

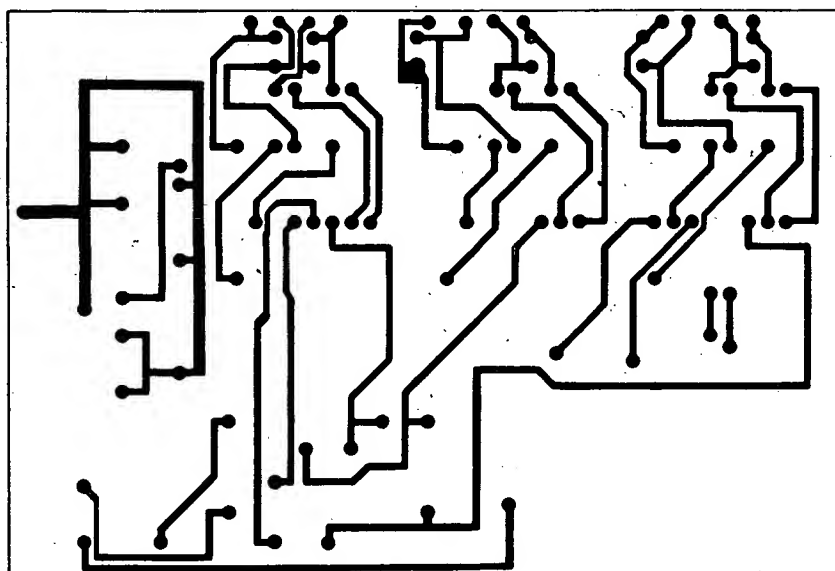
$$R = \frac{U}{I},$$

kam za U dosadíme rozdíl napětí $U_b - U_z$ (U_b je napětí, které je k dispozici, U_z Zenerovo napětí diody) a za I jmenovitý proud Zenerovou diodou podle katalogu.

Příklad: je-li jmenovitý Zenerův proud 15 mA, $U_z = 15$ V a $U_b = 25$ V, bude

$$R = \frac{25 - 15}{0,015} = 666 \Omega;$$

vhodný odpor z řady bude tedy 680 Ω . (Výpočet je triviální, je uveden pouze na žádost několika čtenářů minulých Zájímavých zapojení.)



Seznam součástek

Odporů miniaturní TR 151, TR 112a nebo pod.

R_1	33 k Ω
R_2	1,5 k Ω
R_3, R_5	47 k Ω , 5 %
R_4	0,82 M Ω , 5 %
R_6	10 k Ω
R_7	2,2 k Ω
R_8	4,7 k Ω
R^*	viz text

Kondenzátory

C_1, C_6	TE 125, 1 μ F (TE 005, 2 μ F)
C_2	TE 984, 20 μ F
C_3	TC 276, 6,8 nF (nebo styroflexový), 5 %
C_4	TC 276, 2,2 nF (nebo styroflexový), 5 %
C_5	TE 002, 50 μ F (nebo TE 981, 50 μ F)
C_7	TE 984, 50 μ F
C^*	20 až 50 μ F, podle přiváděného napětí

Polovodičové součástky

D	Zenerova dioda s $U_z = 15$ V (např. KZ260/15)
T_1, T_2	tranzistory KC509

Deska s plošnými spoji časového spínače (O205)

B/4
80 **Amatérské RADIO**

Ověřeno v redakci

Protože se nam časový spínač svou koncepcí velmi zamlouval, rozhodli jsme se, že ověříme jeho činnost a bude-li pracovat

Seznam součástek

Součástky na desce s plošnými spoji zdroje

Odpory

R ₁	TR 152, 220 Ω
R ₂	TR 152, 1 kΩ
R ₃	TR 152, 1 kΩ
R	TR 152, 0,1 MΩ

Kondenzátory

C ₁	TC 250, 5 nF
C ₂	TC 250, 5 nF
C ₃	TE 673, 4700 μF
C ₄	TK 781, 0,1 μF
C ₅ a další	TK 781, 0,1 μF
C	(jsou na desce časového spínače)
	Remix C210, 0,47 μF
	nebo podobný na 400 V

Polovodičové prvky

IO	MA7805
Tc	KT205/600 (KT774)
D ₁	KY132/80 (KY721F)
D ₂	1N270 (nebo jiná
	s U _Z = 4,7 až 5 V)
D ₃	KA501
D	KY705F (nebo jiná dioda
	pro napětí 400 V)

Součástky na desce s plošnými spoji časového spínače

Odpory

R ₁	TR 151, 10 kΩ (8,2 kΩ, viz text)
R ₂	TR 151, 220 Ω
R ₃ až R ₉	TR 151, 10 kΩ

Kondenzátory

C ₁	TK 781, 0,1 μF
----------------	----------------

Polovodičové součástky

IO ₁ , IO ₂	MH7490
IO ₃	MH7410
IO ₄	MH7400 (případně MH7404,
	viz text)
IO ₅ až IO ₇	MH74192
T ₁	KC507, 508

Další součástky

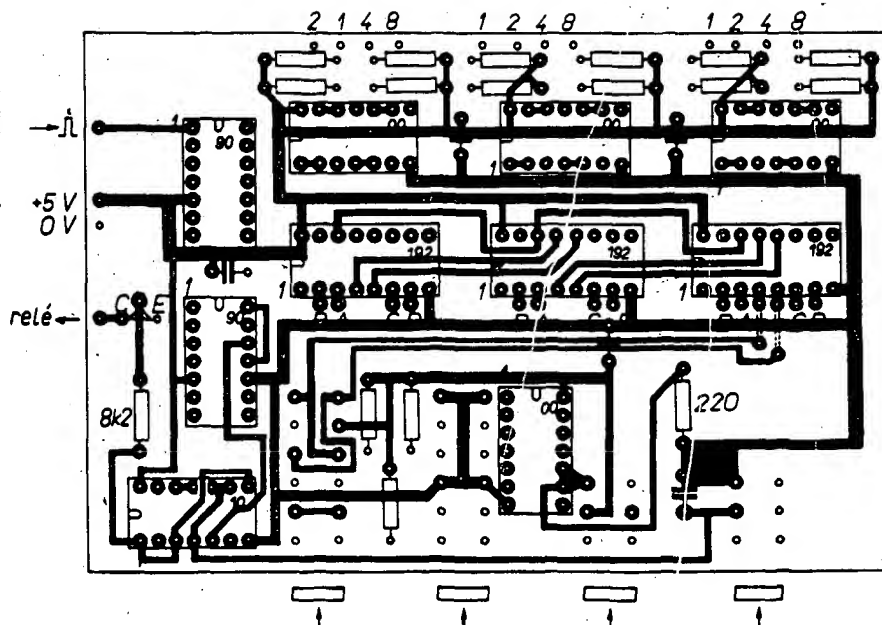
otočný číslicový spínač TS 211 XX
přepínač PF – třísegmentový, dvoupolohový, nejlépe tlačítkový, Isostat
Tl₁, Tl₂ tlačítka Isostat, jeden spínací kontakt
Tl₃ trojice spínacích tlačítek (Isostat)

Součástky na desce s plošnými spoji displeje

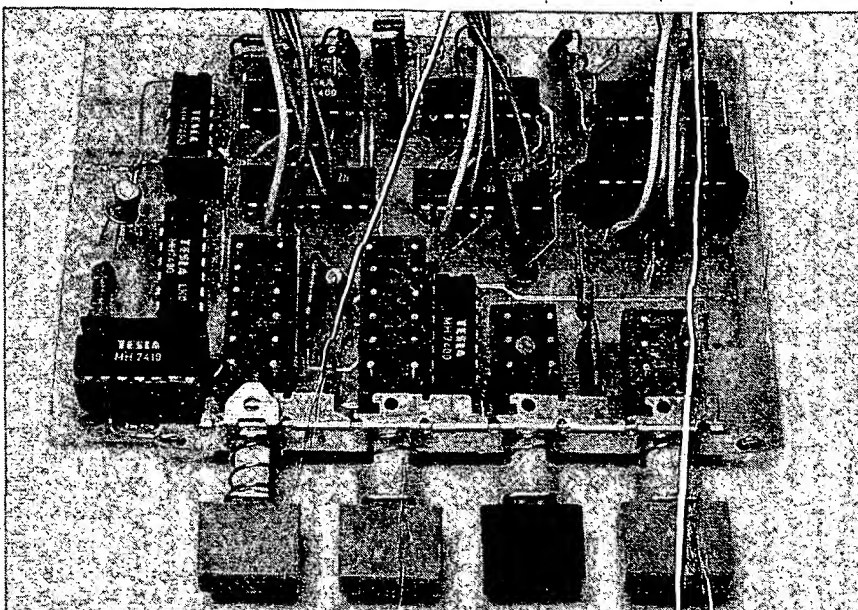
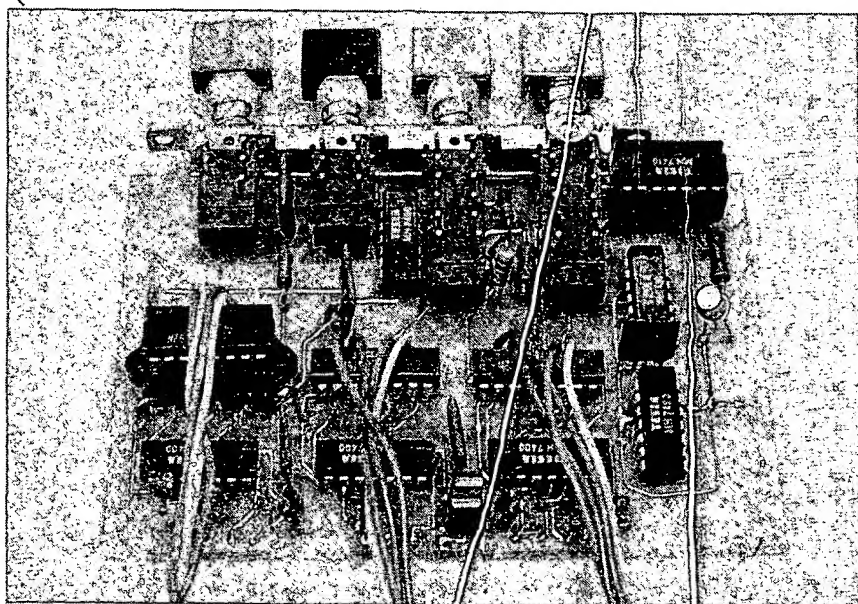
digitrony ZM1080 (ZM1080T), 3 ks
dekodéry MH74141, 3 ks
odpory 33 kΩ, 3 ks
kondenzátor 0,1 μF, TK 781

POZOR!

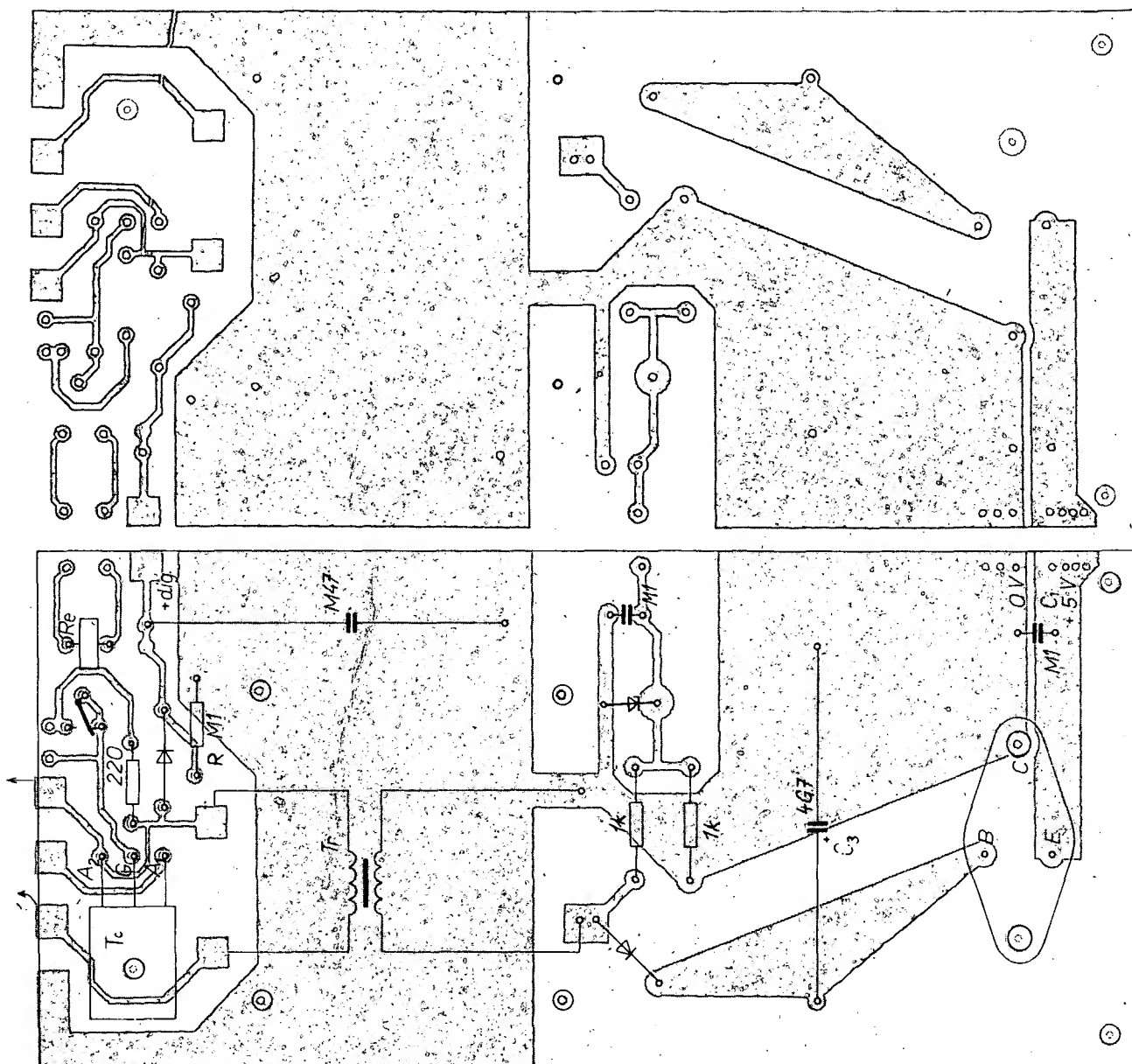
Desku s plošnými spoji a sadu součástek pro předzesilovač pro gramofon lze objednat v prodejně TESLA, Pardubice, Pálského 580, PSČ 530 00.



Obr. 1. Deska s plošnými spoji O205 (všechny neoznačené odpory jsou 10 kΩ, kondenzátory 0,1 μF, tranzistor je typu KC507, jako invertory jsou použita hradla z pouzder MH7400)



Obr. 2. Osazená deska z obr. 1

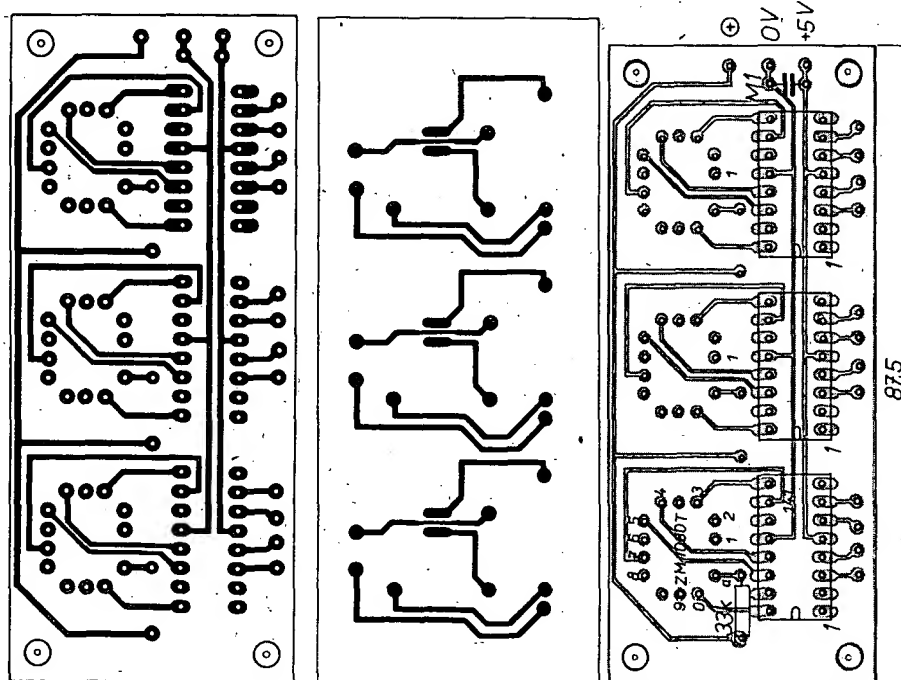


Obr. 3. Deska s plošnými spoji zdroje (O206)

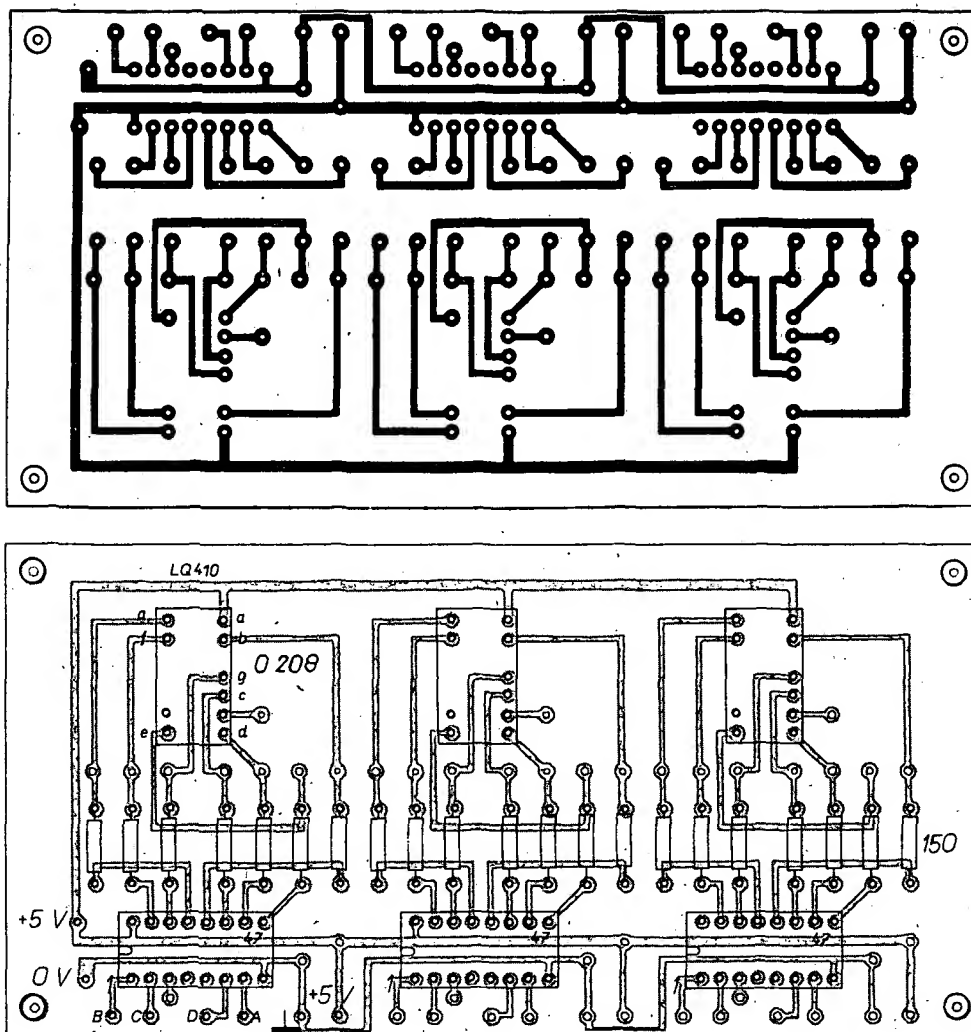
podle popisu, pokusíme se pro zapojení navrhnout desku s plošnými spoji.

Při ověřování bylo největším problémem sehnat přepínač BCD s invertovanými výstupy. Proto jsme nejprve vyzkoušeli zapojení s běžným přepínačem s neinvertovanými výstupy na zkušební šasi podle fotografií na poslední straně obálky. Zkušební šasi se skládalo z jednotlivých objímek na univerzálních destičkách s plošnými spoji; jejich uspořádání je zřejmé z fotografií. Přepínač BCD byl zapojen nejdříve podle obr. 4 na str. 154, poté podle obr. 9 na str. 156. Přístroj pracoval na první zapojení, a to jak v pracovním režimu čítače, tak časového spínače a to v obou případech.

Po čase, když se nám podařilo sehnat přepínač BCD s invertovanými výstupy, vyzkoušeli jsme i tuto verzi zapojení se stejným výsledkem. Proto jsme se pokusili navrhnout pro zapojení desku s plošnými spoji. Vzhledem k symetričnosti zapojení jsme pro návrh desky uvažovali jako invertory hradla z pouzdra MH7400. Deska s plošnými spoji je na obr. 1, jde o uspořádání pro přepínač BCD



Obr. 4. Deska s plošnými spoji displeje s digitrony (O207)



Obr. 5. Deska s plošnými spoji displeje s číslicovkami LED (O208)

s invertovanými výstupy. Osazená deska je na obr. 2 – všechny odpory jsou 10 k Ω kromě odporu v bázi tranzistoru KC507 – ten je 8,2 k Ω – a odporu mezi tlačítky STOP a START, ten je 220 Ω . Všechny kondenzátory jsou keramické blokovací o kapacitě 68 až 100 nF.

Při uvádění do chodu byly s osazenou deskou potíže – čítače nečítaly rovnoměrně po sekundách, ale nedefinovaně. Příčina tohoto jevu byla odstraněna blokováním vstupů 4 a 5 „jednotkového“ čítače MH74192 kondenzátory s kapacitou 1 až 4,7 nF. Také tranzistor spínal „jak se mu zachtělo“, proto byl původní odpor v jeho bázi (10 k Ω) zaměněn za 8,2 k Ω , tím byla závada odstraněna. Jiné nedostatky nebyly zjištěny.

Přístroj byl vyzkoušen jak s postupným zápisem jednotlivých číslic časového intervalu (tj. s jedním přepínačem BCD a třemi jednotlivými tlačítky pro zápis jednotek, desítek a stovek sekund), tak s paralelním zápisem všech číslic (tj. s třemi přepínači BCD a s trojicí spřažených tlačítek).

Pro osazování desky s plošnými spoji jen několik pokynů: nejprve je třeba zapájet do desky tlačítkovou soupravu, spoje na straně součástek je pro snadné pájení třeba předem očínovat a součástky na straně součástek je třeba pájet páječkou, která má ostrý pájecí hrot (nikoli tedy pistolovou páječkou).

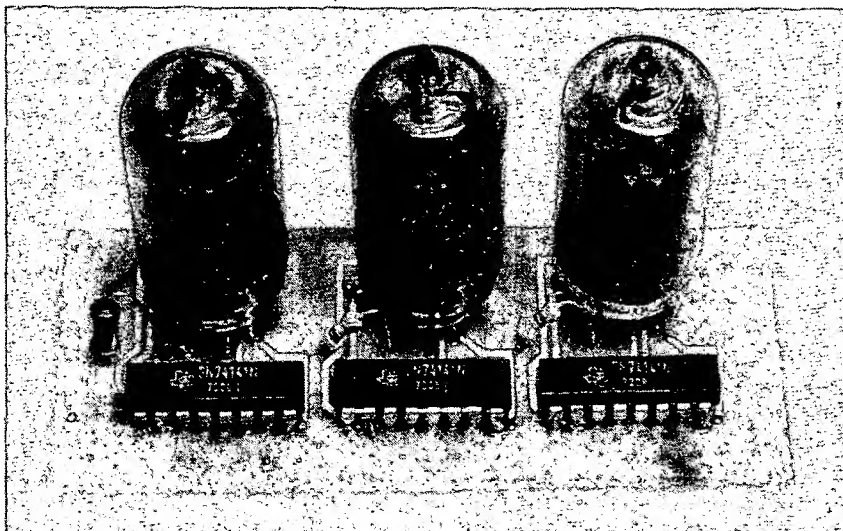
Desku s plošnými spoji jsme navrhli též pro zdroj a pro displej, obr. 3 (osazená deska

je na 4. straně obálky) a obr. 4 a 5. Osazená deska displeje s digitrony je na obr. 6, desku s displejem s číslicovkami LED jsme nevyzkoušeli, protože jsme neměli prostředky k nákupu součástek.

Jako relé jsme použili sovětský výrobek pro napětí 5 V – ve zkušebním vzorku však stejně dobře pracovalo i relé podle popisu autora – převínuté jazýčkové relé. Pro realizaci znovu upozorňujeme na nutná bezpečnostní opatření, použije-li se jako zdroj

k napájení digitronů síťové napětí – pak je třeba respektovat všechna autorova upozornění – skříň z plastické hmoty, vyloučit možnost dotyku s kovovou částí přístroje, třípramenná síťová šňůra atd.

Závěr: při pečlivé práci s předem vyzkoušenými součástkami lze stavbou přístroje získat užitečný doplněk do temné komory, který bude užitečným pomocníkem při všech běžných pracích.



Obr. 6. Osazená deska displeje s digitrony